



# Proceeding

## Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

Aplikasi  
Algoritma  
Basis Data  
Multimedia  
Sistem Cerdas  
Perangkat Keras  
Jaringan Komputer  
Pengolahan Citra dan Grafika  
Sosial dan Informatika Sosial  
Sistem Pendukung Keputusan

Diselenggarakan Oleh :



YAYASAN PENDIDIKAN WIDYA BAKTI  
STMIK  
**AKAKOM**  
YOGYAKARTA  
Yang Pertama dan Utama



# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013



**AKAKOM**  
YOGYAKARTA



# KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera.

Puji syukur marilah kita panjatkan ke hadirat Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan karunia sehingga dapat terselesaikannya penyusunan buku *Proceeding* SRITI 2013 ini. Buku ini memuat naskah-naskah hasil penelitian yang akan dipresentasikan pada Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi (SRITI) 2013 yang telah menjadi agenda tahunan dari bagian Pusat Penelitian dan Pengembangan STMIK AKAKOM Yogyakarta.

*Call for paper* pada SRITI 2013 yang dikirimkan pada panitia dalam bentuk telah direview oleh staf pengajar yang kompeten dalam bidangnya. Atas kesediaan, kerjasama dan konsistensinya dalam mereview seluruh naskah yang dikirimkan, panitia mengucapkan banyak terima kasih.

Kegiatan SRITI 2013 mengambil tema “Social Informatics: the Social consequences, the applications, and the use of ICT tools”, direncanakan dapat menyidangkan secara paralel dalam kelompok kajian ilmu dalam waktu satu hari. Panitia menyadari bahwa masih banyak *paper contents* yang belum mengacu pada tema, namun mengingat kawasan teknologi informasi yang demikian luas, maka kedepan diharapkan masih dapat ditingkatkan lagi tingkat kesesuaian, kedalaman, maupun *spectrum* kajiannya.

Meskipun kegiatan seminar dan pendokumentasian naskah dalam buku ini dipersiapkan cukup lama, namun kami menyadari masih terdapat banyak kekurangannya. Untuk itu, panitia mohon maaf yang sebesar-besarnya dan terima kasih atas kepercayaan serta kerjasamanya dalam kegiatan ini. Kritik dan saran perbaikan sangat diharapkan dan dapat dikirimkan melalui e-mail [sriti@akakom.ac.id](mailto:sriti@akakom.ac.id). Kepada semua pihak yang terlibat, baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan buku *Proceeding* SRITI 2013, panitia mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 31-08-2013

Panitia SRITI 2013

Ketua Pelaksana,

FX. Henry Nugroho, S.T., M.Cs.





# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR KETUA SRITI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
Peluang Pengembangan Informatika Sosial di Indonesia <i>Lukito Edi Nugroho .....</i>	<i>vii</i>
<i>The Evolution Of The Cloud Computing Portfolio in The Social Informatics Environment</i> <i>Arkav Juliandri; Dewi Rengganis .....</i>	<i>xv</i>
<b>A. Algoritma</b>	
Implementasi Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) 256 Sebagai Pengamanan Komunikasi Short Message Service (SMS) <i>Adrian Admi, Yuri Prihantono .....</i>	<i>3</i>
Penentuan Ukuran dan Kompleksitas Produk Perangkat Lunak dengan Pendekatan Software Archaeology <i>Antonia Riani Kalisa, Inggriani Liem, Yudistira Dwi Wardhana Asnar .....</i>	<i>9</i>
Pengamanan Login Pada Sistem Informasi Akademik Menggunakan Otentikasi One Time Password berbasis SMS dengan Hash MD5 <i>Kartika Imam Santoso .....</i>	<i>21</i>
Analisis Kinerja Algoritma Reduksi Siklis untuk Sistem Persamaan Linier dengan Matriks Tridiagonal berbasis PVM <i>Tri Prabawa .....</i>	<i>29</i>
Perbandingan Optimasi Query Dengan Menggunakan Algoritma Join Berdasarkan Waktu Respon <i>Wasino, Tony, Meyliani Tanjung.....</i>	<i>37</i>
<b>B. Aplikasi</b>	
Aplikasi (e-DMS) Electronic Document Management System dengan Metode TF/IDF berbasis Web <i>Aeri Rachmad, Yeni Kustiyahningsih, Akhmad Zamroni Hamid.....</i>	<i>45</i>
Sistem Pengelolaan dan Pencarian Data Lowongan Kerja di ACC dengan Kriteria yang Ditentukan <i>Dison Librado.....</i>	<i>53</i>
Pemodelan Arsitektur Enterprise Menggunakan TOGAF ADM untuk Mendukung Layanan Informasi bagi Perguruan Tinggi <i>Farida Nur Aini.....</i>	<i>59</i>
Perancangan Kerangka Sebuah Pedoman Target Operating Model Dengan Pendekatan IT Governance <i>Maniah.....</i>	<i>67</i>
Rancangan Model Pengamanan E-Government <i>Prasetyo Adi Wibowo Putro .....</i>	<i>77</i>
Pemanfaatan Javascript dalam Proses Generator Teka Teki Silang berbasis Web <i>Yohakim Marwanta .....</i>	<i>85</i>
<b>C. Basis Data</b>	
Prediksi Status Registrasi Mahasiswa Baru Menggunakan Pemodelan Teknik Data Mining <i>Bagus Mulyawan, Ahmad Hulaliah , Ery Dewayani .....</i>	<i>89</i>
Membangun Algoritma dan Aplikasi Transformasi Data dari Database ke Format XML <i>Mohammad Guntara .....</i>	<i>101</i>

Parsing Data MySQL ke File XML untuk Pencarian Data <i>Thomas Edyson Tarigan</i> .....	109
Analisa dan Perancangan e-CRM untuk Mendukung Strategi Bisnis di SoloNet Internet Service Provider <i>Widyo Ari Utomo</i> .....	117
<b>D. Jaringan Komputer</b>	
Pemanfaatan Protokol Group Signature untuk Alternatif Pengamanan pada Aplikasi iPowerMeeting <i>Amiruddin</i> .....	135
Implementasi RemoteApp untuk Private Cloud Computing pada Perusahaan Pharmasi dengan Pendekatan Infrastructure as a Services (IaaS) <i>Muhammad Noval Riswandha</i> .....	141
Analisis Tabrakan Data pada Jaringan Ad-Hoc Multinode untuk Sistem Komunikasi Kapal Laut <i>Mukminatun Ardaisi</i> .....	151
Analisis Perencanaan Coverage Area WiFi 802.11g di dalam Pesawat Udara Pesawat Boeing 737- 900ER <i>Puji Edriany Santoso, Uke Kurniawan Usman, Tengku A. Riza</i> .....	157
Analisis Hubungan Kausalitas antara Konsumsi Daya Listrik dan Trafik Internet Spasial Kampus <i>Sis Soesetijo</i> .....	165
Rancang Bangun Wireless Sensor Network untuk Monitoring Pencemaran Udara <i>Syahrir</i> .....	171
<b>E. Multimedia</b>	
Virtual Web 3D untuk Garment Modelling Berdasarkan Anthropometry <i>Endra Rahmawati</i> .....	183
<b>F. Pengolahan Citra dan Grafika</b>	
Komparasi Teknik Akselerasi untuk Representasi Online Menggunakan Gaya Visualisasi Virtual Reality <i>Mursid W. Hananto</i> .....	193
<b>G. Perangkat Keras</b>	
Perancangan Simulink Model Dari AR.Drone Sebagai Simulator Kontrol Quadrotor <i>Agung Prayitno</i> .....	203
Mp3 Player Portable Untuk File Talking Book Bagi Tuna Netra <i>Andrew Joewono, ST, MT., Diana L. Antonia, ST., MT., Steven Anthonius</i> .....	211
Self Stabilizing 1 Axis QuadCopter Using T2-Fuzzy Controller <i>Hendi Wicaksono</i> .....	219
Pemodelan ARIMA untuk Redaman Kanal HF Link Banda Aceh-Surabaya <i>Indra Jaya, Achmad Mauludiyanto</i> .....	227
Pengaruh Perbedaan Bentuk dan Lebar Slot Aperture Pada Antena Mikrostrip Aperture Coupled <i>Ipan Suandi</i> .....	233
Event Driven Framework Untuk Pengembangan Firmware pada Mikrokontroler <i>Listiarso Wastuargo, Inggriani Liem, Achmad Imam Kistijantoro</i> .....	239
Perancangan Light Follower Robot Menggunakan Sensor LDR dan Handphone Sebagai Pengendali Berdasarkan Mikrokontroler AT 89S51/52 <i>Lukman Hakim</i> .....	247
Modulator dan demodulator BPSK pada Platform Software Defined Radio dengan TMS320C6416 <i>Nicodemus FR Hutabarat, Achmad Affandi</i> .....	253
Analisa Efek Doppler pada Bandwidth Radio untuk Aplikasi Telemetri Data Roket <i>Sri Kliwati</i> .....	259
Desain Sistem Pemanenan Energi Gelombang Elektromagnetik pada Frekuensi GSM 900 <i>Widya Cahyadi</i> .....	263

Analisis Efisiensi Dinamik pada Pesawat Quadrotor untuk Sistem Motor Penggerak dan Propeller Sebagai Landasan Penentuan Payload <i>Yohanes Gunawan Yusuf</i> .....	269
Penginderaan Spektrum menggunakan Semiblind Detection pada Sistem Radio Kognitif dengan Skema Kooperatif <i>Zaini</i> .....	277
<b>H. Sistem Cerdas</b>	
Case Based Reasoning untuk Kelayakan Mendapatkan Kredit Sepeda Motor <i>Fx. Henry Nugroho, Sri Hartati</i> .....	289
Penggunaan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) dalam Pengelompokan Jumlah Penumpang Bus Transjogja <i>Lisna Zahrotun</i> .....	295
Penerapan Algoritma Fast Fourier Transform dan Jaringan Self Organizing Map Pada Pengenalan Pembicara (Speaker Recognition) <i>Muhammad Ali Syakur</i> .....	299
Web Aplikasi Kepakaran Hama dan Penyakit Tanaman Anggrek (Studi Kasus Tanaman Anggrek Daerah Selatan Papua) <i>Sri Murniani Angelina Letsoin, Kaharuddin</i> .....	305
Identifikasi Korelasi Nilai UAN dan Nilai IPK menggunakan Algoritma Backpropagation (Studi Kasus Mahasiswa STMIK AKAKOM) <i>Sri Redjeki, Alir Retno</i> .....	313
Penerapan Aplikasi Augmented Reality untuk Pembelajaran Modul Praktikum di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Gunadarma <i>Swesti Mahardini, Farid Thalib</i> .....	323
Aplikasi Learning Vector Quantization Network Untuk Pengenalan Suara Manusia Dengan Menggunakan Mel Frequency Cepstral Coefficient <i>Veronica Indrawati, Yudianto Gunawan</i> .....	331
Implementasi Stanford NER untuk Pemberian Entitas pada Dokumen Bahasa Indonesia <i>Viny Christanti M. , Jeanny Pragantha, Andreas Aditya</i> .....	337
Pengembangan Sistem Pakar untuk Diagnosa Awal Penyakit Jantung Koroner <i>Yudhi Windarto</i> .....	345
Pemodelan Evaluasi Kompetensi Utama Mahasiswa melalui Pendekatan Mamdani Fuzzy Controller <i>Zaenal Abidin</i> .....	353
<b>I. Sistem Pendukung Keputusan</b>	
Analisis dan Usulan Solusi Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Beasiswa menggunakan Algoritma ID3 <i>Krisantus J. Tey Seran, Paulus Mudjihartono, Ernawati</i> .....	363
Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus di PDAM Kota Surakarta) <i>Robby Cokro Buwono</i> .....	371
<b>J. Sosial dan Informatika Sosial</b>	
Implementasi Wireless Application Protocol (WAP) untuk Layanan Pengisian KRS di Politama Surakarta <i>Agus Haryawan</i> .....	381
Penerapan Information Economics (IE) untuk Pengkajian Investasi SI/TI Studi Kasus: Proyek SIM PT ABCD <i>Amiruddin, Bagus Pursena, Yogi Purwantoro</i> .....	391
Analisa Statistik Kemampuan Kognitif dari Penggunaan Teknologi Informasi (Studi Kasus Mahasiswa STMIK AKAKOM Yogyakarta) <i>Danny Kriestanto</i> .....	401

Analisa Pengaruh Budaya Organisasi, Kepemimpinan, dan Tunjangan Pengabdian dengan Motivasi sebagai Variabel Intervening terhadap Kinerja Dosen di STMIK AKAKOM Yogyakarta <i>Dara Kusumawati</i> .....	413
Pengaruh Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Pegawai STMIK AKAKOM Yogyakarta <i>Hera Wasiati</i> .....	425
Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran TIK Berbasis Kemandirian Siswa Terhadap Motivasi Belajar Siswa SD Kelas Rendah <i>Sri Huning Anwariningsih, Sri Ernawati Ahmad Khoirul Anwar</i> .....	435
Sistem Informasi Puskesmas <i>Yeni Kustiyahningsih</i> .....	445
Digital Scent Technology; Tantangan dan Peluang <i>Yudhi Windarto</i> .....	455
<b>DAFTAR SUSUNAN PANITIA .....</b>	<b>461</b>

# PELUANG PENGEMBANGAN INFORMATIKA SOSIAL DI INDONESIA

Lukito Edi Nugroho

*Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi  
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
lukito@ugm.ac.id*

## Abstrak

Di Indonesia, Informatika Sosial (IS) berkembang seiring dengan semakin tingginya penetrasi teknologi informasi dan komunikasi (TIK) di lingkungan organisasi atau sosial. Penelitian-penelitian IS banyak yang berfokus pada area keselarasan (*alignment*) antara TIK dan lingkungan organisasi atau sosial, karena memang secara umum masih ada jarak (*gap*) antara lingkungan ideal bagi penerapan TIK dan tingkat kematangan organisasi tempat TIK tersebut akan digunakan.

Meskipun IS sudah mulai banyak dikaji, tetapi masih banyak ruang yang bisa dieksplorasi. Makalah ini mengidentifikasi beberapa area riset di bidang IS yang bila dieksplorasi dengan baik akan dapat memberikan manfaat yang besar, bukan hanya untuk kepentingan organisasi tapi juga untuk pengembangan TIK itu sendiri.

## I. Pendahuluan

Informatika Sosial (IS) adalah sebuah cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam konteks organisasi dan sosial (Sawyer dan Rosenbaum, 2000). Konteks organisasi dan sosial yang memiliki banyak aspek menjadikan IS bersifat interdisipliner (Kling, 1999). Sifat ini terlihat jelas ketika penetrasi TIK mengiris (*crosscut*) berbagai aspek organisasional/sosial dalam sebuah lingkungan tertentu. Pada saat TIK bertemu dengan aspek-aspek organisasional seperti struktur organisasi, proses birokrasi, atau kultur kerja dalam intensitas yang cukup tinggi, terkadang muncul inkompatibilitas yang menyebabkan penggunaan TIK tidak bisa optimal.

Di Indonesia, fenomena ini terlihat sekali di organisasi-organisasi yang masih memiliki tingkat kematangan penggunaan TIK yang rendah, seperti instansi pemerintah atau perusahaan UKM. Di bidang pengembangan e-government misalnya, pernyataan nasional tentang e-government sudah diumumkan sejak tahun 2003, tetapi setelah sepuluh tahun, perkembangannya sangat lambat. Dalam survey terhadap situs web pemerintah daerah pada tahun 2011, lebih dari 80% situs yang disurvei masih berada dalam tahap awal (Nurdin, et.al., 2012).

Tidaklah mengherankan jika kemudian banyak penelitian berfokus pada usaha untuk mengoptimalkan penggunaan TIK di lingkungan tertentu dengan cara mengkonfigurasi elemen-elemen lingkungan tersebut agar dapat selaras dengan keberadaan TIK. Dalam bidang e-government, banyak penelitian yang mengidentifikasi *setting* optimal dari struktur dan proses birokrasi, regulasi pemerintah, kesiapan SDM, kebijakan investasi pemerintah, atau sistem manajemen proyek agar TIK dapat masuk dan beroperasi secara optimal pula. Fenomena yang mirip dapat ditemui pula di berbagai domain pemanfaatan TIK seperti e-learning, e-health, dan e-business.

Penelitian seperti di atas masih tetap akan berkembang seiring dengan dinamika lingkungan TIK yang menjadi obyeknya. Tiap lingkungan memiliki ciri, kondisi, serta dinamikanya sendiri, sehingga memerlukan pendekatan penyesuaian yang spesifik. Dari sudut pandang ini, tingkat kematangan organisasi atau sosial dalam penggunaan TIK yang relatif masih rendah menjadi pemicu berkembangnya bidang IS di Indonesia.

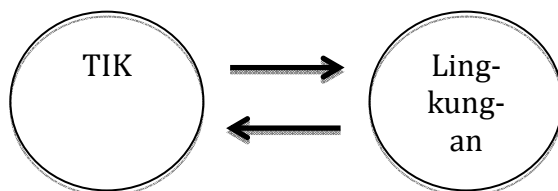
Yang kemudian menarik untuk dikaji adalah: apakah IS di Indonesia hanya akan berkembang mengikuti arah tersebut di atas? Adakah *avenue* lain yang juga menyediakan peluang bagi pengembangan informatika sosial sebagai sebuah bidang ilmu? Pertanyaan-pertanyaan tersebut menjadi menarik

karena definisi IS sendiri tidak memberikan batasan-batasan yang ketat terhadap *arah* pengembangannya. IS memandang TIK sebagai entitas yang terkait dengan lingkungannya. Relevansi, interaksi, dan saling pengaruh menjadi isu-isu penting di dalam IS (Kling, 2001), dan isu-isu ini membuka peluang yang cukup luas bagi pengembangan IS ke arah-arrah yang berbeda (Rosenbaum, 2009).

Makalah ini menjelaskan alternatif dalam memandang arah-arrah penelitian di bidang IS. Berbeda dengan Rosenbaum (2009) yang mengklasifikasikan penelitian IS berdasarkan sifatnya (normatif, analisis, dan kritis), makalah ini memandang IS dari kacamata interaksi saling pengaruh yang terjadi antara TIK dan lingkungan organisasi/sosialnya. Cara pandang ini diyakini lebih mudah dipahami oleh para peneliti IS, baik yang memiliki latar belakang bidang TIK maupun bidang sosial, karena topik-topik riset IS dibicarakan di atas *platform* keilmuan yang sudah mereka kenal dengan baik.

## II. Relasi Antara TIK dan Konteks Sosialnya

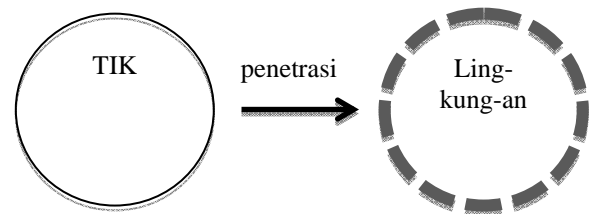
Implementasi TIK tidak bisa terjadi dalam ruang kosong (bersifat soliter), selalu saja harus dikaitkan dalam sebuah konteks tertentu. Dalam IS, konteks ini diwujudkan melalui lingkungan (organisasional dan sosial) di mana TIK diterapkan serta berbagai interaksi yang terjadi di antara keduanya.



Gambar 1. Interaksi dua arah antara TIK dan lingkungannya

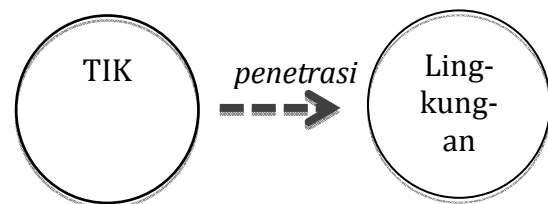
*Mainstream* penelitian IS di Indonesia mendasarkan pada pandangan “TIK mempenetrasi lingkungan”, dan pandangan *mainstream* ini melihat reaksi dan fenomena yang muncul akibat penetrasi tersebut, serta penyesuaian yang harus dijalankan agar TIK bisa bercampur dan digunakan secara selaras oleh lingkungannya. Lingkungan (dengan segala komponen dan aspeknya) adalah obyek yang diamati, dikaji, dan dimanipulasi untuk tujuan penyesuaian yang optimal dengan TIK. Penetrasi dilakukan secara natural, artinya TIK diadopsi dalam bentuk yang paling sederhana (Gambar 2). Contoh skenarionya misalnya program TIK untuk mendukung pembelajaran di daerah, implementasi e-

government di pemerintah daerah, dan pemberdayaan UKM dengan dukungan TIK. Dalam kasus-kasus tersebut, persoalan yang dihadapi adalah bagaimana menyiapkan kelembagaan, SDM, ataupun regulasi yang mendukung beroperasinya TIK di masing-masing lingkungan.



Gambar 2. TIK dan penetrasinya ke lingkungan

Sebagai variasi dari model pada Gambar 2, yang menjadi obyek adalah cara penetrasinya. Fokusnya adalah bagaimana agar TIK dapat diadopsi dengan baik oleh sebuah lingkungan tanpa harus banyak mengubah tatanan di dalamnya. Tujuannya adalah agar potensi TIK dapat digali semaksimal mungkin untuk keuntungan lingkungan pemakainya. Gambar 3 mengilustrasikan model ini.



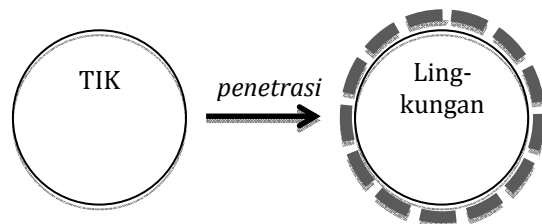
Gambar 3. Mengoptimalkan penetrasi untuk memaksimalkan potensi

Situasi seperti pada Gambar 3 banyak terjadi saat sebuah teknologi baru akan diperkenalkan ke sebuah lingkungan. Sifat kontemporer dari teknologi tersebut pada umumnya tidak kompatibel dengan kondisi lingkungan yang biasanya konservatif, sehingga diperlukan pendekatan adopsi yang sesuai. Contoh kasusnya adalah penerapan e-learning untuk melengkapi mode belajar klasikal, atau pemanfaatan *cloud computing* untuk mendukung pelayanan publik.

Model pada Gambar 2 juga dapat dikembangkan seperti pada Gambar 4. Dalam model ini, penetrasi TIK ditujukan untuk memperbaiki, memperluas, atau meningkatkan kualitas lingkungan. TIK berfungsi sebagai *tool* untuk membuat suatu sistem atau tatanan menjadi lebih baik. Jangkauan model ini cukup luas. Pada skenario yang sederhana, kemampuan TIK untuk mengolah data dengan cepat, mudah, dan akurat dapat dimanfaatkan untuk mengotomatiskan proses-proses tertentu. Contoh kasusnya adalah *e-voting*: kecepatan pemrosesan pada skala massal digunakan

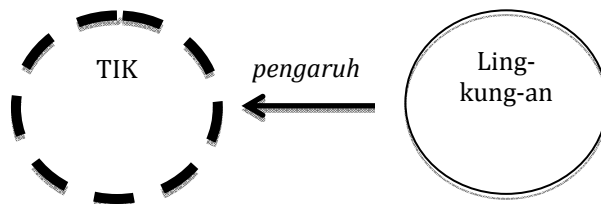
untuk mewujudkan transparansi dan akurasi perhitungan pada pemilihan umum.

Pada situasi yang lebih kompleks, teknik-teknik pengolahan informasi dapat digunakan sebagai intervensi untuk memperbaiki tatanan suatu sistem sosial tertentu. Salah satu contoh peluang intervensi TIK untuk keperluan manipulasi sistem sosial adalah pemanfaatan sistem pendukung pengambilan keputusan (*decision support system*) untuk forum-forum musyawarah (Tunjung, 2012).



Gambar 4. TIK untuk peningkatan lingkup/kualitas sistem atau tatanan lingkungan

Model ketiga berlawanan dengan kedua model sebelumnya. Pada model ini, justru lingkungan yang mempengaruhi TIK, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Lingkungan mempengaruhi TIK

Fenomena ini sebenarnya bukan hal baru. Beberapa prinsip kerja TIK diketahui diinspirasi oleh perilaku manusia dalam lingkungan sosial. Sebagai contoh, konsep *interface* dalam web service sangat dipengaruhi oleh mekanisme komunikasi yang digunakan oleh orang-orang yang berbicara dengan bahasa ibu berbeda-beda. Contoh lainnya, jaringan komputer memiliki nilai dan semangat berbagi dan gotong royong, dua sikap yang umum dijumpai dalam sebuah struktur sosial. Dengan mengadopsi perilaku-perilaku sosial tersebut, para peneliti TIK dapat meningkatkan kinerja sistem-sistem TIK.

### III. Peluang Pengembangan

Pemahaman tentang relasi antara TIK dan lingkungannya dapat mempermudah identifikasi arah pengembangan IS. Dalam uraian berikut akan dibahas peluang-peluang penelitian untuk masing-masing model yang sudah dijelaskan sebelumnya.

#### Model 1: Lingkungan sebagai obyek

Meskipun menjadi *mainstream*, model ini tetap menawarkan potensi pengembangan yang besar. Hal ini disebabkan karena unsur lokalitas yang kuat, yang mendefinisikan konteks bagi usaha implementasi TIK. Sebagai contoh, sama-sama institusi tapi berbeda daerah, atau sama-sama perusahaan UKM tapi berbeda jenis usahanya, pasti akan memberikan identifikasi karakteristik yang berbeda. Konsekuensinya, mereka memerlukan strategi penyesuaian yang berbeda pula.

Tantangan bagi penelitian jenis ini adalah menemukan faktor-faktor penyebab inkompatibilitas antara TIK dan lingkungannya. Pada umumnya faktor-faktor ini memiliki pola keterkaitan tertentu, misalnya faktor kompetensi SDM berpengaruh terhadap kapasitas pelayanan sebuah institusi, yang pada akhirnya menentukan kepuasan pelanggan. Model-model analisis seperti Technology Acceptance Model (terkait persepsi dan niat individu dalam menggunakan sebuah sistem) (Davis, 1989), Theory of Planned Behaviour (terkait perilaku seseorang yang dipengaruhi oleh *attitude*-nya) (Ajzen, 1991), atau metode DeLone-MacLean (terkait faktor-faktor penentu keberhasilan sistem informasi) (DeLone dan MacLean, 1992) banyak digunakan untuk keperluan ini. Setelah faktor-faktor penyebab ketidakselarasan diketahui, sintesis solusinya dilakukan berdasarkan konteks lokal dan berwujud intervensi terhadap komponen-komponen lingkungan, misalnya terkait dengan contoh sebelumnya, diperlukan perubahan kebijakan rekrutmen dan pengembangan SDM.

#### Model 2: Optimalisasi cara penetrasi teknologi

Model ini sebenarnya memiliki awal yang sama dengan model pertama di atas. Cara penetrasi yang paling sesuai hanya akan dapat diperoleh jika karakteristik lingkungan targetnya diketahui dengan pasti. Model-model analisis yang beroperasi pada aras perorangan seperti TAM atau TPB maupun pada aras organisasi seperti Diffusion of Innovation (DOI) (Rogers, 1995) atau Technology, Organization, and Environment (TOE) (Tornatzky dan Fleischer, 1990) digunakan untuk memotret keadaan organisasi atau lingkungan sosial lainnya.

Area ini bisa menjadi sangat menantang jika ada *gap* yang lebar antara karakteristik teknologi yang ingin diadopsi dengan karakteristik lingkungan targetnya. Sebuah contoh dari situasi ini adalah saat sebuah teknologi *state-of-the-art* seperti Next-Generation Networks (NGN) akan diimplementasikan di daerah pedesaan (IRUD, 2010). Kajian yang dilakukan haruslah mencakup aspek-aspek penggunaannya (penerimaan, kesiapan,



dan kemampuan memanfaatkan), teknologi itu sendiri (pilihan-pilihan yang tersedia, potensi pemanfaatan), kesatuan (sistem) antara pengguna dan teknologi (model-model operasional, skema keberlanjutan), dan faktor-faktor eksternal yang berpengaruh (tren teknologi, regulasi).

Cara penetrasi yang efektif dilakukan melalui proses rekayasa sosial (*social engineering*). Meskipun implementasinya sangat tergantung pada jenis teknologi yang digunakan, tetapi proses rekayasa sosialnya mengikuti kerangka pikir dari model yang digunakan. Tantangan utama dalam penelitian tipe ini sebenarnya terletak pada implementasi penetrasinya: bagaimana membuktikan bahwa cara penetrasi yang diusulkan benar-benar efektif dan memberikan hasil seperti yang diharapkan.

### **Model 3: TIK sebagai *tool* untuk perluasan atau penyempurnaan lingkungan**

Model ini menawarkan peluang penelitian yang paling luas. Perkembangan TIK yang begitu pesat menawarkan kemungkinan-kemungkinan inovasi berupa cara-cara baru dalam melakukan pekerjaan. Beberapa contoh di antaranya: teknologi *wireless sensors* memungkinkan pendefinisian konteks bagi aktivitas-aktivitas tertentu, sehingga komputasi dapat diadaptasi berdasarkan dinamika yang terjadi di dalam suatu konteks tertentu, dan teknologi pemrosesan semantik mampu menggali makna dari potongan-potongan informasi dan merelasikannya satu sama lain, dan kemampuan ini bisa dimanfaatkan untuk menyelesaikan pemrosesan makna yang bersifat *high-level* yang biasanya harus ditangani secara manual oleh manusia (contoh penerapannya: untuk harmonisasi berbagai peraturan perundangan yang dibuat oleh berbagai lembaga).

Perhatian penelitian pada area ini adalah menghubungkan kemampuan, kapasitas, atau potensi TIK dengan satu atau lebih aspek dari lingkungan targetnya. Syarat agar terjadinya inovasi pada *interfacing* ini adalah kepadanan (*matching*) antara teknologi dan pemakainya sehingga inovasi tersebut benar-benar dapat direalisasikan.

Syarat kepadanan juga menjadi pembeda antara penelitian jenis ini dengan penelitian yang mirip tetapi lebih berorientasi pada aspek teknologinya. Yang terakhir ini bisa diklasifikasikan sebagai penelitian di bidang TIK dan berfokus pada pengembangan *tool*-nya saja, sementara yang pertama adalah penelitian IS, yang dicirikan dengan diperhitungkannya faktor-faktor lingkungan target sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari *tool* yang dikembangkan.

### **Model 4: Lingkungan mempengaruhi cara kerja TIK**

Di antara model-model sebelumnya, model ini yang paling tidak banyak memberikan peluang pengembangan. Di sisi lain, model ini yang paling menjanjikan perubahan-perubahan yang fundamental. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, model ini menyerap prinsip-prinsip dasar ataupun praktek-praktek baik (*good practices*) yang muncul di lingkungan sosial, untuk kemudian diterapkan pada teknologi komputer dan informasi. Karena TIK adalah teknologi yang memiliki tingkat penetrasi yang paling tinggi saat ini, maka prinsip dan praktek baik tersebut akan banyak mewarnai aktivitas manusia. Bayangkan jika nilai-nilai kebijaksanaan lokal (*local wisdom*) seperti *tepa slira* (tenggang rasa), musyawarah, atau harmonisasi dengan alam sekitar dapat dimanifestasikan ke dalam TIK. Jika hal ini bisa diwujudkan, penetrasi TIK akan dapat masuk lebih jauh lagi ke struktur sosial yang lebih kompleks.

Tantangan terbesar penelitian di area ini adalah komputabilitas dari prinsip dan praktek baik yang akan diadopsi. Dewasa ini usaha untuk membuat komputer dapat memahami artefak-artefak informasi yang bersifat *high-level* sudah banyak dilakukan. Kemajuan di bidang sistem cerdas, jaringan syaraf tiruan, pemrosesan semantik, dan bidang-bidang lain yang menyiratkan kemampuan nalari manusia telah membuat komputer untuk bisa “berpikir” dan “memahami” selayaknya manusia. Meskipun demikian, saat ini komputer belum mampu untuk bekerja dengan sesuatu yang berada di atas logika (*beyond logic*). Bagaimana membuat sesuatu yang terkait dengan rasa, misalnya, agar bersifat *computable* masih menjadi tantangan besar.

## **IV. Pembahasan**

Makalah ini menjelaskan cara pandang terhadap IS yang berbeda dibandingkan dengan yang diusulkan dalam (Rosenbaum, 2009). Memandang IS berdasarkan tiga entitas: TIK, lingkungan organisasi/sosial, dan relasi antara keduanya membuat peneliti dapat lebih fokus untuk menentukan area mana yang akan menjadi perhatiannya. Cara pandang ini diyakini lebih alami bagi para peneliti yang memiliki latarbelakang keilmuan tertentu karena fokus-fokus tersebut langsung memetakan bidang keilmuannya. Peneliti di bidang TIK dapat bergerak menurut model 3 misalnya.

Cara pandang ini juga mendorong terjadinya kolaborasi antara peneliti di bidang TIK dan peneliti di bidang sosial. Model 1, 2, dan 4 secara

alamiahnya adalah model yang bersifat interdisipliner. Penelitian-penelitian yang mengikuti model-model ini secara alamiahnya juga perlu melibatkan peneliti dari disiplin ilmu TIK, sosiologi, ekonomi, administrasi negara, dan lain-lainnya. Dengan cara inilah IS dapat dikembangkan secara lebih solid dan sistematis.

## V. Penutup

Makalah ini menjelaskan cara pandang alternatif dalam memetakan informatika sosial sebagai sebuah bidang kajian. Cara pandang yang digunakan berdasarkan pada entitas-entitas TIK, lingkungan organisasi/sosialnya, dan relasi yang terbangun di antara keduanya. Pengembangan IS melalui penelitian-penelitian dapat dilakukan berdasar fokus-fokus pada ketiga aspek tersebut. Dengan cara pandang yang mendukung terjadinya interaksi antar disiplin, diharapkan IS dapat berkembang secara lebih cepat dan solid lagi.

## Referensi

- (Sawyer dan Rosenbaum, 2000) Sawyer, S. dan Rosenbaum, H (2000). Social Informatics in the Information Sciences: Current Activities and Emerging Directions. Dalam Informing Science: Special Issue on Information Science Research, Vol. 3, No. 2, pp 89-95.
- (Kling, 1999). Kling, R. (1999). What is Social Informatics and Why Does It Matter? Dalam D-Lib Magazine, Vol. 5, No. 1.
- (Nurdin, et.al., 2012). Nurdin, N. Stockdale, R., dan Scheepers, H. (2012). Benchmarking Indonesian Local E-Government. Proceedings of 2012 Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS), Ho Chi Minh City, Vietnam.
- (Kling, 2001). Kling, R. (2001). Social Informatics. Dalam Encyclopedia of Library and Information Sciences. Kluwer Publishing.
- (Rosenbaum, 2009). Rosenbaum, H. (2009). Social Informatics. Dalam Encyclopedia of Library and Information Sciences (3<sup>rd</sup> Edition). Taylor and Francis.
- (Tunjung, 2012). Tunjung, V. (2012). Model Pengambilan Keputusan Partisipatoris untuk e-Participation dengan Pendekatan Sosio-teknikal. Disertasi S3, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada.
- (Davis, 1989). Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. Dalam MIS Quarterly, Vol. 13, No. 3, pp 319-339.
- (DeLone dan MacLean, 1992). DeLone, W.H., and McLean, E.R. (1992). Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable. Dalam Information Systems Research, Vol. 3, No. 1, pp 60– 95.
- (Ajzen, 1991). Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. Dalam Organizational Behavior and Human Decision Processes, Vol. 50, No. 2, pp 179-211.
- (Rogers, 1995). Rogers, E.M. (1995). Diffusion of Innovations, Fourth Edition ed., New York, Free Press.
- (Tornatzky dan Fleischer, 1990). Tornatzky, L. and Fleischer, M. (1990). The Process of Technology Innovation, Lexington, MA, Lexington Books.
- (IRUD, 2010). ----. (2010). IRUD-NGN: Identifying Rural Demand for Next Generation Network Implementation for Universal Service Obligation (USO): An Intersectoral Approach for Knowledge- Based Economy in Rural Areas. Laporan Proyek. Pusat Studi Transportasi dan Logistik, Universitas Gadjah Mada.



# THE EVOLUTION OF THE CLOUD COMPUTING PORTFOLIO IN THE SOCIAL INFORMATICS ENVIRONMENT

**Arkav Juliandri**  
arkavj@xl.co.id

**Dewi Rengganis**  
drengganis@xl.co.id

*PT XL Axiata Tbk., The East Tower, 8th Floor, Jln. Dr Ide Anak Agung Gde Agung, Kav. E3.2, No. 1, Kawasan Mega Kuningan, Jakarta 12950, Indonesia*

## Abstract

The implementation of cloud computing have revolutionized the business world and theinformatic society on a number of levels. Yet, many researchers argue that the implementation and the impact of cloud computing are still far from being optimum. In this paper, we present how the cloud computing portfolio evolves from just Infastructure as a Services (IaaS), Platform as a Services (PaaS) and Software as a Services (SaaS). The evolution of the existing cloud computing portfolio to the new cloud computing business portfolio allows companies and individuals to take full advantages of the cloud computing technology as the new classification is made based on the Outside-In approach. As it is showed in this paper, the evolution helps to improve the adoption of cloud computing. The adoption, especially by the retail market, allows cloud computing to become one of key catalysts in current and future social and organizational changes.

Keywords: cloud computing, social informatics, portfolio management, outside-in, inside-out, indonesia

## INTRODUCTION

Since the deployment of the first commercial computers in the 1950s, the potential power of computers to extend human and organizational capabilities excited the imaginations of many researchers and professionals. According to Kling (1999), in the context of social informatics, there were significant pressures for Information Technology (IT) professionals to design and develop systems that would be positively useful and useable by a variety of people. One of the disruptive and innovative technologies in the IT world is called Cloud Computing.

Cloud computing, as defined as a style of computing where scalable and elastic information technology (IT) enabled capabilities are provided as a service using internet technologies (Fenn & LeHong, 2011), has become the new hype signifying the digital world future. The phrase is fast becoming unavoidable trend as it transforms enterprise IT delivery and services. The impact of cloud computing over the next decase will be enormous given its advantages. It is the next technological disruption as a result of lower operational costs while the cloud computing manages to increase the

flexibility and deployment capabilities of the IT resources.

It is a fact that many articles have been written about cloud computing. Subjects such as cloud computing history, future trends, definition, advantages and disadvantages, and impacts have been discussed by many authors. Cloud computing is now on everyone's agenda due to its pervasive hype. Many businesses and organization involve to implement the cloud computing technology in their daily operation as well.

Despite such enthusiasm, there seems to be a gap on how to bring the cloud computing into the technology hype and high adoption by the market. For organization, many decision makers are still unwilling to take the migration path to the cloud infrastructure and are reluctant to implement the cloud technology. Because of this situation, many cloud advocates start questioning whether technology perspective alone is enough to realize the potential of cloud computing (e.g. Cohen (2013) and Viveiros (2011)).

Clemmons et al.(2012) argues that understanding the cloud computing technology is only part of the story and the other part is to understand

the business landscape of the cloud computing. We support the argument and believe that the business landscape of the cloud computing must be assessed carefully before implementing the cloud computing. Unfortunately, there seems to be little literature discusses the business aspects of cloud computing. Hence, in this paper, we present our journey on implementing cloud computing evolution. The focus is given on how the cloud computing portfolio business have evolved. The research has been taken place in PT XL Axiata, Tbk.(XL) one of the leading cloud computing provider in Indonesia.

## 2. CLOUD COMPUTING PORTFOLIO EVOLUTION

A paradigm shift is currently taking place in the IT industry all over the world including in Indonesia. Companies starts to transform their IT strategy. Moreover, companies that are not previously associated with conventional IT services like outsourcing, they now offer on-demand IT services such as e-mail services, virtualized infrastructures, etc. It is believed that the success of Google and Amazon acts as a major catalyst in development of the market and also it leads to the technological foundation for cloud computing.

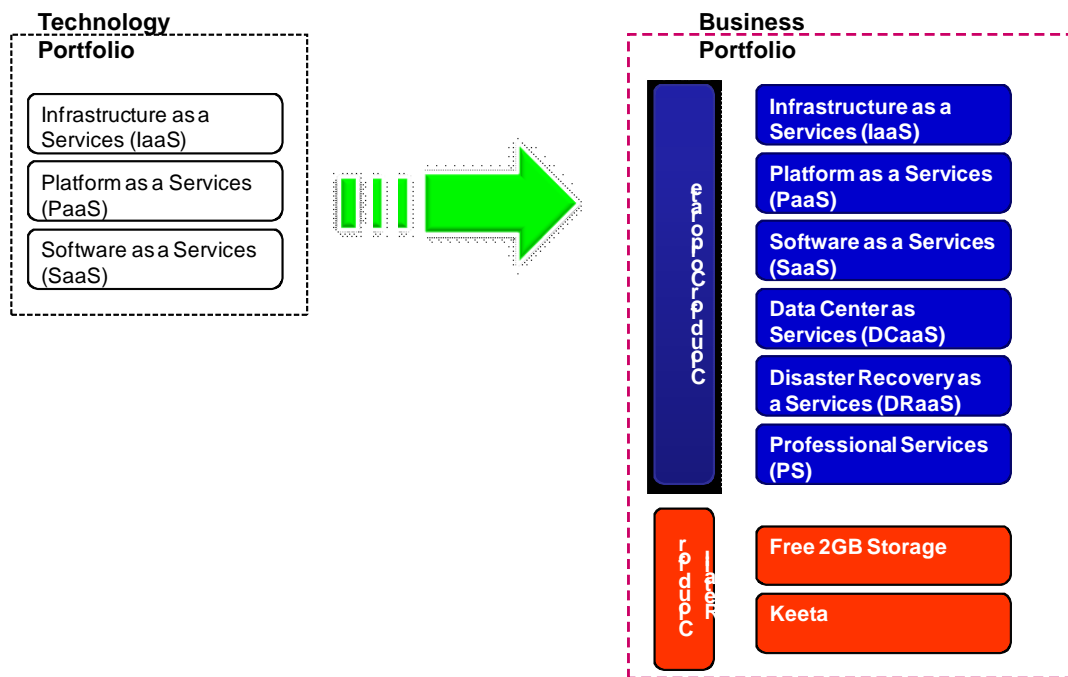
Cloud computing has been one of the defining secular trends within technology for the last 5 years if not more, and the effects are just beginning to be felt across the industry. With more advancement in software and hardware development, the question of whether to leverage the cloud computing and to implement it in the IT projects won't be a question at all. But like many new and evolving technologies, challenges to cloud implementation and adoption remain. For example, many executives wary of the security aspects of cloud computing, the cost issues in the event of unforeseen problems, and many others. Furthermore,

based on the survey conducted by F5 Networks (2009), it is found that there is still confusion about the definition of cloud computing. For public, the situation is more less similar. They feel that there are too much IT jargon. The abbreviations is too complex and hard to understand (Schick, 2011). As a result, although the cloud adoption increases, but the adoption is still relatively low because many are still unwilling to take the plunge.

We argue that one of solution to improve the adoption of cloud computing is to evolve the cloud computing portfolio beyond the existing of technical jargon classification. The currently accepted classification of cloud computing portfolio is (i) Infrastructure as a Services (IaaS), (ii) Platform as a Services (PaaS), and (iii) Software as a Services (SaaS) (Callewaert, Robinson, & Blatman, 2009). For some people like IT engineers, this cloud computing technical jargon can be easily accepted. However, for the executives or for the public market, the jargon can be incomprehensible.

Furthermore, Alderman (2009) argued that companies must start to make business decisions using a different perspective other than their own perspective. The concept is called the Outside-In approach. Using their own perspective, known as the Inside-Out approach, could lead companies to losing touch with their customers and stagnating their product's value propositions. On the other hand, by using the outside-in approach, companies start to listen to the market inputs and to ask what the market wants. As a result, the solution portfolio offered will have the high probability to be accepted by the market.

Thus in this paper, we present the evolution of the cloud computing existing jargon and technology portfolio into the new business portfolio as can be seen in the following figure:



**Figure 2.1. The evolution of cloud computing portfolio from technology to business**

As can be seen in the above figure, on the left side, there are 3 different and existing technology portfolio or classification of cloud computing: IaaS, PaaS, and SaaS. The portfolio must be adjusted and evolved accordingly based on the outside-in approach. Such approach allows the market to have some inputs on the cloud computing portfolio.

According to the corporate users, the use of the term IaaS, PaaS, and SaaS are generally accepted. However, they do not know how to category for the IT solution related to Data Center or Disaster Recovery Center which is currently in a high demand. They prefer the cloud service providers to have the capabilities to deliver Data Center as a Services and Disaster Recovery as a Services. These must be part of the cloud service provider's capabilities. The same can be said for the Professional Services. The corporate segment would like to ensure that the cloud service providers act as the one stop solution provider for them.

The situation is different for the retail market, i.e., cloud for public use. It is a fact that many people are not aware about the cloud term of IaaS, PaaS, and SaaS. Even the cloud as a term, they are not fully aware. Hence, the cloud service provider must find different ways to introduce the cloud services. In this case, rather than using the term if IaaS or PaaS or SaaS, it is recommended to keep the original name of the cloud product itself such as

Free 2GB Storage and Keeta.

The detail information for each solution is described in the following section.

## 2.1 Cloud for Corporate

It is fact now that IT departments in many organisations from small to large enterprises, government, education and even military are investigating the usability of cloud computing. It is part of the transformational change due to cloud computing benefits such as fast to be implemented and reduction on the upfront cost.

For corporate market, there are six business portfolio of the cloud computing. Each of them will be discussed here.

### Infrastructure as a Services (IaaS)

Infrastructure as a Services (IaaS) is defined as a model where service providers offer pool of computing capabilities in an abstractway(Gartner, 2013). IaaS can also be explained as a mechanism of renting the infrastructure to the customer. Thus, there is no need for any infrastructure development and implementation process in the customer side. The renting activities allow customers to concentrate on their core business activities. It is the responsibility of the IaaS provider to maintain all systems including computer power, broadband connectivity,

and its associated hardware (RAM, CPU and storage). Once IaaS provider assigns the computing resources as specified and contract agreement, customer has full control over those virtual resources and can start utilize them immediately.

### **Platform as a Services (PaaS)**

Platform as a Services (PaaS) is defined as a model where the cloud service providers offer the fully service of development tools provisioned and hosted on the provider server (Gartner, 2013). The development tool or known also as a platform contains common set of programming functions as a foundation to build application as needed by the customers. Although customers can control the application developed over the platform, they are still unable to control the cloud infrastructure on which the application running.

### **Software as a Services (SaaS)**

Software as a Services (SaaS) allows the end users to use the software applications over the network. The software itself is hosted by the cloud service provider (Gartner, 2013). The cloud service provider typically hosts and manages a given application in their data center and makes it available to multiple tenants and customer. The software interacts with the user through a user interface. These applications can be anything from the webbased email to applications that can be accessible from various client devices.

### **Data Center as a Services (DCaaS)**

Data Center as a Services (DaaS) could be the new term in the cloud industries. It refers to the provisioning of the data center solution which is offered as a service. Included in this solution is space rent, server rack rent, a complete server and rack rent, as well as the the complete server, rack and cage protection rent. By offering DaaS, the cloud service providers allows their corporate clients to put their IT infrastructure in a more secured and reliable place.

### **Disaster Recovery as a Services (DRaaS)**

Disaster Recovery as a Services (DRaaS) is the extension of DaaS. It offers more less the same solution as DaaS, but only in the case of disaster. Normally, DRaaS consists of two-line power reception from power generation plants, an emergency power generator for use in the case of power failure and redundancy of UPS (Uninterrupted Power Supplies). DRaaS allows corporate data to be regularly backed up and stored. When disaster happens, the corporation has already

a mitigation plan and can continue their daily operations without any disruption. Thus, any companies must have a disaster recovery plan and DRaaS can be part of the plan.

### **Professional Services (PS)**

The last cloud computing portfolio for the corporate customer is professional services solution. The solution focusses to provide service support for the corporate clients. The service covers the design, operation, and termination of the cloud solution. Specifically, this service is able to support corporate clients in preparing the business justification and go to market strategy. The service is delivered by cloud professionals such as solution architects, project managers, and developers.

## **2.2 Cloud for Retail**

For retail or public market segment, an adjustment must be made for the cloud terminology. The technical jargon must be avoided and common term must be used. At present, there are 2 portfolio under cloud for retail. Both of them are discussed here.

### **Free 2GB Storage**

It is a fact that public love to hear the 'free' word. The service of free 2GB storage is a file hosting with the maximum capacity of 2GB and can be used by the end user as a file storage. This service allows users to do the data back-up and to create a special folder on each of their mobile devices and run the synchronization process. As a result of the synchronization, all devices have the identical files. It is important to note that the end users must submit their credential information everytime they access the application. This is to prevent any other users to manipulate and change the files in their folder.

### **Keeta**

Keeta is a brand name of XL solution for one of the software as a services for the retail market. It is a cross platform application that contain management utility. It helps retail customer to stay connect in social media and it can be used as a communication hub for their devices seamlessly. Chatting and voice messaging (push to talk) are possible with Keeta application. Keeta also facilitates users and enable them to upload, download data, and be able to remote devices from a distance. There are many other benefits of remote devices. One of them is to help customer tracking the location of his device. Keeta is running under cloud platform and used the freemium business model.

### 3. DIRECT IMPACT OF CHANGING THE CLOUD COMPUTING PORTFOLIO

The response from the market is very positive on the portfolio evolution taken by XL. Although, it is very early to measure the effectiveness because the implementation of the new portfolio happened less than 6 months ago, early indication shows a very encouraging data. Two positive trends are as follows:

- Purchase Order (PO) received is double compared to the period when the cloud technology portfolio only was implemented. One of the reason is because corporate customers now can see how serious XL as a company to pursue the cloud computing business. Another reason is because XL now can provide different types of solutions for corporation's different requirements
- The total number of registered users for Free 2GB Storage and Keeta shows a steady growth month by month. The team managed to meet the target number of registered users two weeks from the original due date.

In addition, some comments were registered during the in-depth-interview. They are as follows:

*"I am happy to have free 2 GB. It is very easy to use"* (Respondent #03)

*"XL is very creative. They understand what I want"* (Respondent #08)

*"This [Keeta] feature is great! I like it"* (Respondent #011)

Overall, there is indeed a positive impact of the new cloud computing business portfolio for the cloud computing adoption. In turn, such increase in adoption impacts the advancement of the information society.

### 4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Cloud computing is a relatively new and promising paradigm to deliver IT as a service. Despite such enthusiasm to have cloud as the next emerging technology trend in the IT business, unfortunately, the adoption of cloud computing remains relatively low. One of the better approach to

improve the adoption is by listening to what the market inputs i.e. using the Outside-In approach.

The outside-in suggests that the cloud computing classification is not easy to understand. There is a need to have more adapted classification according to the market demand. Existing technical jargon must be avoided, especially for the retail market. The existing technical jargon must evolve toward the business terminology. In the context of portfolio management, the new cloud computing portfolio must be introduced.

This paper shows the new cloud computing portfolio which is the natural evolution of the old technical portfolio after the outside-in assessment work. There is a clear separation between the corporate market and the retail market in the new portfolio. Different cloud computing solution for the specific market segment have been assigned and adjusted accordingly.

We conclude that the introduction of the new cloud computing portfolio has the positive impact for the business and in turn impact the social informatics due to high adoption of the cloud computing. The new portfolio facilitates the ease of understanding of the cloud computing. The cloud computing technical jargon used is minimum. The real immediate impact is on the purchase order (PO) received and the time required to achieve the target number of registered users. This paper provides one of the possible evolution models of cloud computing portfolio and can be used as a reference for the cloud service providers who are looking to further grow their revenues.

Finally, we recommend that cloud service providers looking to capitalize on the revenue potential to consider this portfolio evolution seriously. Especially in today's situation where the end users want to be heard, it is mandatory for organizations to start using the outside-in and provide the portfolio as what customer want.

One limitation of this paper is on the context of the study. The context of the study is completed inside one cloud service provider only. It will be very interesting to see whether the same cloud computing portfolio evolution can have a direct and immediate impacts to the overall company business. Running the same research for different cloud service providers, either on the smaller or bigger size, is one of the possibilities reserved for the future research.



## Bibliography

- Alderman, J. (2009). The Outside —In Approach: Eliminating our Natural Bias. Valkre Solutions, Inc.
- Callewaert, P., Robinson, P., & Blatman, P. (2009). Cloud Computing Forecasting Change. Deloitte.
- Clemmons, P., Geller, J., & Messer, A. (2012). Cloud Hits The Enterprises. Deloitte Review.
- Cohen, R. (2013). Why Most Cloud Computing Companies are Doomed to Fail? Forbes Magazine.
- F5 Networks. (2009). Cloud Computing Survey Results June-July 2009. F5 Networks.
- Fenn, J., & LeHong, H. (2011). Hype Cycle for Emerging Technologies. Stamford: Gartner.
- Gartner. (2013). IT Glossary. <http://www.gartner.com/it-glossary/infrastructure-as-a-service-iaas/>
- Kling, R. (1999). What is Social Informatics and Why Does it Matter? . D-Lib Magazine.
- Schick, S. (2011). In Defence of Technology Jargon. IT World Canada.
- Viveiros, D. (2011). Development in the cloud - Challenges remain, but the future is bright. Cloud Computing Journal .

## About Authors



Arkav Juliandri is an enthusiastic technologist with experience in cloud computing, machine to machine technology, data center technology, disaster recovery services, telecommunication, and project management. He works currently at PT XL Axiata Tbk. as GM Cloud, Machine to Machine, and Business Development. He has 20 years professional experience and have managed the project accross Asia Pacific. He holds PhD from University of South Australia.



Dewi Rengganis has an interest in marketing and business analysis work. She has a wide range of experience in the area of cloud computing, machine to machine technology, portal management, telecommunication, sales and marketing. She has more than 8 years professional experience. Currently, she works at PT XL Axiata Tbk. as Cloud and Machine to Machine Senior Business Analyst. She holds Magister Management in Business Degree from University of Trisakti.



# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **ALGORITMA**

---



# IMPLEMENTASI ALGORITMA *ADVANCED ENCRYPTION STANDARD* (AES) 256 SEBAGAI PENGAMANAN KOMUNIKASI *SHORT MESSAGE SERVICE* (SMS)

Adrian Admi <sup>1)</sup>, Yuri Prihantono <sup>2)</sup>

*Pusat Pengembangan Informatika Nuklir- BATAN  
Kawasan Puspiptek Serpong Tangerang  
E-mail: entin@batan.go.id*

<sup>1)</sup> *Lembaga Sandi Negara  
Ragunan, Jakarta Selatan, Indonesia  
Email : admi.adrian@gmail.com*

<sup>2)</sup> *Lembaga Sandi Negara  
Ragunan, Jakarta Selatan, Indonesia  
Email : yuri.prihantono@lemsaneg.go.id*

## Abstract

Telah dilakukan implementasi algoritma AES 256 sebagai pengamanan komunikasi menggunakan SMS (Secure SMS). Implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Java mobile. Algoritma AES digunakan sebagai algoritma enkripsi pesan sebelum pesan dikirimkan. Aplikasi Secure SMS ini di-install pada handphone berbasis java dan menggunakan jaringan komunikasi dari provider GSM. Pembangkitan kunci untuk algoritma AES disimpan dalam bentuk nilai hash, pembangkitan ini dilakukan sendiri oleh user dan dikirimkan kepada pihak yang akan diajak berkomunikasi.

**Keywords** - *Advanced Encryption Standard; SMS; Java; J2ME*

## 1. Pendahuluan

Komunikasi menggunakan SMS sudah menjadi hal yang sangat lumrah dan familiar saat ini. Semua kalangan sudah mengenal dan mengetahui tentang fitur SMS pada setiap *handphone*. Kemudahan dan kecepatan menjadi alasan utama penggunaan SMS dalam kebutuhan hidup sehari-hari, terutama untuk mengirimkan pesan-pesan singkat. Tarif SMS yang relatif murah juga menjadi alasan mengapa SMS tetap digunakan sampai saat ini.

Dibalik kemudahan yang diberikan oleh layanan SMS, terdapat kerawanan akan keamanan pengiriman SMS, terutama jika pesan SMS yang dikirimkan merupakan pesan rahasia atau sensitif yang berasal dan akan dikirimkan kepada orang penting, misal pejabat negara, pejabat perusahaan,

dan sebagainya. Pesan SMS kadang-kadang digunakan untuk pertukaran data rahasia seperti nomor jaminan sosial, nomor rekening bank, *password* dan lain-lain [1]. Kerawanan keamanan yang terjadi bisa berupa penyadapan, perubahan pesan oleh pihak musuh, dan sebagainya.

Salah satu solusi untuk masalah tersebut adalah penggunaan algoritma kriptografi untuk enkripsi pesan. Algoritma kriptografi akan mengubah pesan yang semula dapat terbaca (*plaintext*) menjadi pesan yang tidak bisa terbaca (*ciphertext*), proses ini disebut dengan proses enkripsi. Lalu untuk kembali membaca pesan tersebut, dilakukan proses dekripsi, yaitu mengubah *ciphertext* menjadi *plaintext* kembali. Dalam tulisan ini, penulis menggunakan algoritma AES 256. Algoritma AES merupakan algoritma *block cipher* yang banyak digunakan saat ini. AES merupakan algoritma *standard* yang saat

ini dijamin keamanannya. Penggunaan panjang kunci 256 bit juga merupakan aspek yang dapat meningkatkan faktor keamanan dari algoritma AES tersebut.

Untuk menambah keunikan kunci kriptografi yang digunakan pada AES, dilakukan *hashing* terhadap kunci pada aplikasi *Secure SMS*. Kunci yang diinputkan pada aplikasi akan disesuaikan panjangnya menjadi 256 bit menggunakan fungsi *hash* SHA-256.

## 2. Advanced Encryption Standard (AES) 256

AES merupakan suatu kompetisi pencarian algoritma kriptografi *Block Cipher* yang diadakan untuk menggantikan algoritma *Block Cipher* DES yang sudah tidak aman dari serangan *Linear Cryptanalysis* dan *Diferensial Cryptanalysis*. Pemenang kompetisi tersebut adalah algoritma Rijndael karya Joan Daemen dan Vincent Rijmen. Selanjutnya algoritma Rijndael dikatakan sebagai algoritma AES.

Penyandian algoritma Rijndael dilakukan dengan menyalin *input plaintext* ke dalam suatu *array* dan dilakukan proses *initial state*. Setelah proses *initial state*, akan dilakukan transformasi *round* sebanyak 10, 12 atau 14 kali sesuai dengan panjang kunci yang digunakan (dalam implementasi ini, transformasi *round* dilakukan sebanyak 14 kali, karena panjang kunci yang digunakan adalah 256 bit).

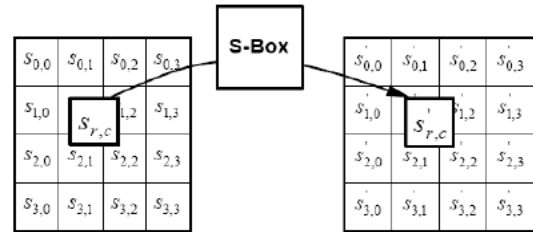
$s_{0,0}$	$s_{0,1}$	$s_{0,2}$	$s_{0,3}$
$s_{1,0}$	$s_{1,1}$	$s_{1,2}$	$s_{1,3}$
$s_{2,0}$	$s_{2,1}$	$s_{2,2}$	$s_{2,3}$
$s_{3,0}$	$s_{3,1}$	$s_{3,2}$	$s_{3,3}$

Gambar 1. State Array

Proses transformasi *round* yang dilakukan terhadap *array state* adalah Transformasi *Sub byte*, *Shift Row*, *Mix Columns*, dan *Add Round Key*. Sedangkan pada *round* terakhir, tidak dilakukan proses *Mix Columns*.

### A. Transformasi Sub Byte

Transformasi ini merupakan transformasi substitusi *byte non-linear* yang dioperasikan secara independen pada setiap *byte* dalam *state*. Nilai *array input* akan dioperasikan dengan suatu *Substitution Box* (S-Box) dan menghasilkan *state array output*.

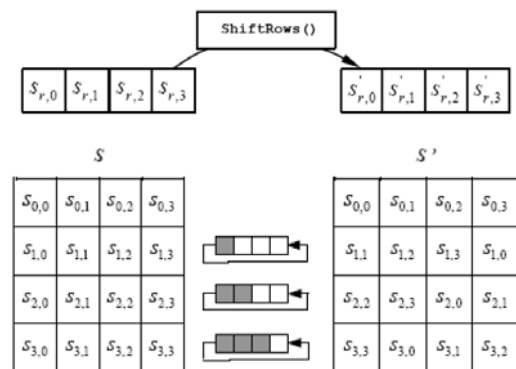


Gambar 2. Transformasi Sub Byte

Tujuan dari transformasi *sub byte* ini adalah mengacak nilai *input* dengan suatu S-box yang acak atau *non-linear*. Proses inilah yang menopang kekuatan keamanan dari algoritma AES selain operasi dengan kunci rahasia.

### B. Transformasi Shift Row

Pada transformasi ini, *state array* pada baris terakhir secara bersiklus di geser dengan pergeseran yang berbeda pada setiap baris *statenya*. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

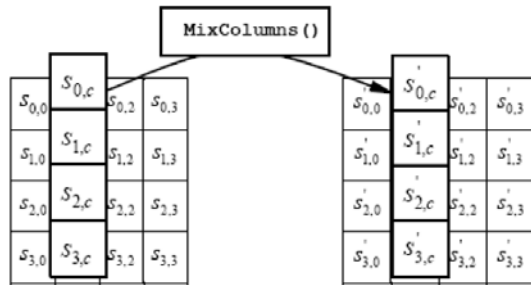


Gambar 3. Ilustrasi Shift Row

Operasi ini tidak terlalu berpengaruh terhadap tingkat keamanan algoritma, namun memiliki fungsi sebagai pengacak *state* sebelum masuk ke operasi berikutnya.

### C. Transformasi Mix Columns

Transformasi ini merupakan operasi yang bertujuan untuk mengacak seluruh kolom pada *state* dengan cara mengalikan masing-masing kolom dengan suatu matriks tertentu. Ilustrasi secara keseluruhan tentang *mix columns* dapat dilihat pada Gambar 4 dan operasi per kolomnya dapat dilihat pada Gambar 5.



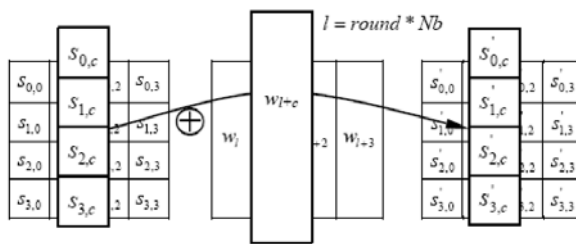
Gambar 4. Ilustrasi Mix Columns

$$\begin{bmatrix} s'_{0,c} \\ s'_{1,c} \\ s'_{2,c} \\ s'_{3,c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 02 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{0,c} \\ s_{1,c} \\ s_{2,c} \\ s_{3,c} \end{bmatrix}$$

Gambar 5. Operasi tiap kolom state dengan suatu matriks

#### D. Transformasi Add Round Key

Transformasi ini merupakan operasi XOR antara state dengan kunci round.



Gambar 6. Ilustrasi Add Round Key

Operasi ini bergantung sepenuhnya terhadap kekuatan kunci round untuk memberikan faktor keamanan terhadap algoritma. Kunci round dibangkitkan berdasarkan kunci input awal yang dijadwalkan dengan Key Schedule.

Output dari Add Round Key merupakan output terakhir dari operasi round. Operasi round ini dilakukan sebanyak 14 kali untuk panjang kunci 256 bit (round terakhir tidak dilakukan transformasi mix columns). Setelah state keluar dari operasi round terakhir, state tersebut akan diambil menjadi ciphertext atau biasa dikatakan sebagai teks sandi.

### 3. Implementasi AES 256 Pada Java2 Micro Edition

Implementasi algoritma AES untuk pengamanan SMS ini akan menghasilkan sebuah aplikasi berbasis Java yang diinjeksikan ke dalam perangkat komunikasi handphone yang mendukung Java. Algoritma pembangkitan kunci untuk proses enkripsi dan dekripsi pesan menggunakan fungsi

hash SHA 256. Dalam implementasinya, algoritma-algoritma tersebut memanfaatkan library yang terdapat pada bouncycastle provider (<http://www.bouncycastle.org/>). Pada paper ini dilakukan pembangkitan kunci menggunakan fungsi hash SHA 256 pada tiap user. Pembangkitan kunci ini dilakukan agar tiap user memiliki kunci enkripsi yang berbeda. Selanjutnya nilai hash dari hasil pembangkitan kunci tersebut dikirimkan ke user tujuan dengan menggunakan jalur sms. Dasar pemikiran penggunaan kunci yang berbeda pada tiap user adalah penerapan metode satu user satu kunci dimana tiap user memiliki satu kunci yang disebarkan ke setiap user yang akan diajak berkomunikasi. Fungsi hash SHA 256 tersebut dipilih untuk menjadi algoritma pembangkitan kunci karena memiliki jumlah bit yang sama dengan bit yang diperlukan untuk algoritma AES 256. Selain itu, fungsi hash menghasilkan nilai acak yang dijamin keacakannya, sehingga dapat direkomendasikan sebagai kunci enkripsi pada aplikasi ini. Algoritma AES 256 tersebut dipilih menjadi algoritma enkripsi karena algoritma tersebut merupakan algoritma standar yang masih terjamin keamanannya. Berikut adalah source code untuk pembangkitan kunci AES menggunakan SHA 256 :

```
public byte[] GenerateKey(String input) {
    byte[] b = input.getBytes();
    SHA256Digest sha = new SHA256Digest();
    sha.update(b, 0, b.length);
    byte[] HashSeed = new
    byte[sha.getDigestSize()];
    sha.doFinal(HashSeed, 0);
    return HashSeed;}

```

Secara keseluruhan aplikasi ini mempunyai beberapa layanan yang mendukung proses pengiriman pesan secara aman. Berikut adalah layanan-layanan dan simulasi proses kirim terima pesan SMS menggunakan aplikasi Secure SMS berbasis J2ME.

#### A. Kontak SMS (Registrasi Kunci)

Untuk memulai kirim terima pesan SMS, user harus masuk terlebih dahulu ke dalam aplikasi dengan memasukkan password. Saat sudah masuk ke dalam aplikasi, user harus membuat kontak untuk dirinya sendiri.



Gambar 7. Tampilan awal aplikasi dan Menu

Untuk memulai membuat kontak, pilih menu *Generate Key*, lalu isi Nama *user*, nomor *handphone user* dan kunci yang digunakan untuk aplikasi. Selanjutnya pilih *Generate*, maka akan keluar notifikasi bahwa kontak pribadi sudah dibangkitkan. Kemudian pilih *Simpan* untuk menyimpan kontak pribadi yang telah dibuat. Sekarang data tentang kontak pribadi *user* sudah masuk ke dalam Menu Kontak Pribadi.

Kunci yang dimasukkan *user* akan disimpan dalam bentuk nilai *hash*, hal ini bertujuan agar kunci yang dibangkitkan bersifat unik. Fungsi *hash* yang digunakan adalah SHA-256, sesuai dengan panjang kunci yang digunakan pada algoritma AES yaitu 256 bit. *User* dapat mengganti kunci tersebut secara berkala sesuai dengan perjanjian. Penggantian kunci dapat dilakukan dengan melakukan *generate* kunci pada saat pembuatan kontak seperti pada langkah sebelumnya dan menghapus kontak yang lama, kemudian mengirimkan kontak tersebut kepada *user* yang akan diajak berkomunikasi.



Gambar 8. Pengisian kontak pribadi dan isi kontak

## B. Pengiriman Kontak

Proses pengiriman kontak dilakukan dengan memilih menu *Kirim Kontak*, lalu masukkan nomor *handphone* yang dituju. Proses pengiriman kontak menggunakan *Connection String* sms://:4321.

Proses ini menjamin kunci yang digunakan unik untuk masing-masing kontak, karena kunci dibangkitkan oleh masing-masing user itu sendiri menggunakan fungsi *hash*. User juga mempunyai kuasa untuk hanya berkomunikasi dengan pihak yang dikehendaki, karena hanya user tersebut yang mempunyai kewenangan untuk mengirim kontakannya.



Gambar 9. Pilih menu Kirim Kontak dan nomor telepon tujuan

### C. Proses Kirim Terima Pesan (Enkripsi dan dekripsi pesan)

Proses kirim terima pesan dilakukan dengan memilih menu Messaging, Write. Ketikkan pesan SMS pada *field* yang tersedia dan pilih kontak yang dituju. Pengirim harus sudah mempunyai kontak dari *user* yang dituju. Proses enkripsi menggunakan kunci *user* yang dituju, dan dilakukan sebelum pesan dikirimkan. Proses kirim terima pesan menggunakan *Connection String* sms://:4321.

Berikut adalah potongan *source code* proses enkripsi pesan SMS :

```
public String enkripPlainText(byte[] plaintext, byte[]  
kunciPenerima) throws Exception{  
    //enkripsi plaintext  
    AES enkrip = new AES();  
    FormatChanger changer = new FormatChanger();  
    byte[] cipher = enkrip.CoDec(plaintext,  
    kunciPenerima);  
    //ubah byte[] cipher ke base64  
    String cipherBase64 =  
    changer.byteToBase64(cipher);  
    return WriteSmsCipher(cipherBase64);}
```



Gambar 10. Tulis pesan, pilih kontak, dan kirim



Gambar 11. Sisi penerima pesan, pesan SMS masuk, akan otomatis terdekripsi.

Saat pesan sudah terkirim ke penerima, pesan tersebut langsung didekripsi dengan menggunakan kunci dari *user* yang menerima.

Berikut adalah potongan *source code* proses dekripsi pesan SMS :

```
public String DekripsiSMSCipher(String ciphertext,  
byte[] kunciPenerima) throws Exception{  
    //dekripsi plaintext  
    AES dekrip = new AES();  
    FormatChanger changer = new FormatChanger();  
    byte[] cipher =  
    changer.base64ToByte(ciphertext);  
    byte[] plain = dekrip.CoDec(cipher,  
    kunciPenerima);  
    return changer.byteToString(plain);}
```

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan implementasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa, aplikasi Secure SMS berbasis Java telah berjalan dengan baik. Proses *Generate* kunci, pengiriman dan penerimaan pesan berjalan dengan lancar.

Terdapat beberapa kekurangan dari aplikasi ini dan perlu pengembangan selanjutnya, salah satunya adalah pada proses pengiriman kontak. Kontak yang berisi kunci AES seharusnya dikirim dengan protokol, metode tertentu atau melalui jalur yang aman.

## Daftar pustaka

- [1] Hassinen, Marko. 2007. *Studies in Mobile Security*. Doctoral Dissertation, Department of Computer Science University of Kuopio.



- [2] Prihantono, Yuri. 2012. Modifikasi Aplikasi SMS-PKI dengan Penambahan Fitur *Digital Signature* pada Pesan SMS. Sekolah Tinggi Sandi Negara. Bogor.
- [3] Darytamo, Budi, Hidayatullah, Muh. Tamimuddin., Permadi, R. Bayu., Putra, S. Adi., Widayati, Sri. 2007. Pemrograman Berorientasi Obyek dengan Java 2 Platform *Micro Edition* (J2ME). Bandung : Java *Competency Center* – Institut Teknologi Bandung.
- [4] Menezes, Alfred J., Paul C. Van Oorschot, Scott A. Vanstone. 1997. *Handbook of Applied Cryptography*. CRC press LLC: Boca Raton.
- [5] Pujastuti, Eli. 2011. Enkripsi SMS Menggunakan AES pada J2ME Dengan Bantuan Bouncy Castle Cryptography API. STMIK AMIKOM. Yogyakarta.
- [6] <http://www.bouncycastle.org/>

## [CV Penulis]

### [1] **Adrian Admi**

Menyelesaikan studi D4 Sarjana Sains Terapan jurusan Teknik Persandian pada Sekolah Tinggi Sandi Negara (STSN), Bogor pada Tahun 2012. Saat ini sedang bekerja Pegawai Negeri Sipil di Lembaga Sandi Negara, Ragunan, Jakarta Selatan. Anak pertama dari empat bersaudara yang lahir di Kendari, 22 September 1990.

### [2] **Yuri Prihantono**

Lahir di Tegal pada tanggal 22 Juli 1989, anak ketiga dari lima bersaudara. Saat ini sedang aktif bekerja sebagai Pegawai Negeri Sipil di Lembaga Sandi Negara. Sebelumnya menempuh pendidikan dinas di Sekolah Tinggi Sandi Negara berfokus pada implementasi *software*.

# PENENTUAN UKURAN DAN KOMPLEKSITAS PRODUK PERANGKAT LUNAK DENGAN PENDEKATAN *SOFTWARE ARCHAEOLOGY*

Antonia Riani Kalisa<sup>1)</sup>, Inggriani Liem<sup>2)</sup>, Yudistira Dwi Wardhana Asnar<sup>3)</sup>

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung  
Labtek V- lantai 2, Jalan Ganesha no. 10 Bandung 0132, Jawa Barat, Indonesia  
<sup>1</sup>antonia.kalisa@gmail.com, <sup>2</sup>inge@informatika.org, <sup>3</sup>yudis@informatika.org

## Abstrak

Penentuan *size* dan kompleksitas sebuah produk perangkat lunak bukan pekerjaan mudah. Seringkali sebuah perangkat lunak dihargai mahal karena dianggap sebagai sebuah sistem yang besar dan kompleks walau ternyata jumlah baris dari *source code file* tidak besar, dan begitu sebaliknya. Kegagalan menentukan *size* dan kompleksitas sebuah produk perangkat lunak dapat mengakibatkan kegagalan proyek pengembangannya, misalnya terlambat dan kualitasnya di bawah yang disepakati, atau menggunakan sumber daya yang jauh lebih besar dari perencanaan.

Pada penelitian ini kami merumuskan metrik *size* dan kompleksitas sebuah produk perangkat lunak dengan menggunakan pendekatan arkeologi. Pendekatan ini relevan karena studi dilakukan untuk pengembangan produk yang menggunakan *reusable component*, yaitu komponen yang akan digunakan ulang sebanyak mungkin pada produk-produk berikutnya. Karena objek studi memiliki dokumentasi terbatas, penelitian dititik-beratkan pada analisis pada kode sumber baik secara kuantitatif, dengan bantuan alat, dan secara kualitatif berdasar pada *expert judgement*. Studi pada penelitian ini dilakukan pada lima produk perangkat lunak, guna menformulasi metrik yang dapat mengestimasi ukuran dan kompleksitas sebuah produk perangkat lunak, yang *re-use* komponen, berdasar pada pengalaman/fakta historis pada proyek-proyek sebelumnya. *Size* perangkat lunak dengan mudah diukur menggunakan *tools*. Tidak demikian halnya dengan kompleksitas. Hasil dari proses arkeologi terhadap lima produk ini diharapkan dapat dilanjutkan pada produk lainnya, guna mendapat rentang nilai kuantitatif dari kompleksitas produk.

*Kata Kunci : complexity, size, software archaeology, software metrics*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

The Standish Group, dalam penelitiannya yang berjudul CHAOS, menyatakan bahwa hanya 28% proyek pengembangan perangkat lunak (PPPL) dapat diselesaikan tepat waktu, sesuai Anggaran, dan dengan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan [1]. Fakta ini menunjukkan betapa sulitnya suatu PPPL dapat memenuhi ketiga kriteria proyek, yaitu biaya, mutu, dan waktu yang telah ditentukan dan disepakati. Salah satu faktor yang paling berpengaruh pada keberhasilan atau kegagalan proyek adalah proses estimasi pada saat perencanaan PPPL. Estimasi merupakan proses yang sulit, tidak sekedar melakukan prediksi terhadap kemungkinan yang akan datang tetapi juga pengukuran perangkat lunaknya [2]. Dua elemen

utama yang dapat dimanfaatkan untuk estimasi usaha dan perlu diukur adalah *size* dan kompleksitas. Estimasi usaha ini akan lebih presisi jika pengembangan perangkat lunak dilakukan dengan melakukan *reuse* (penggunaan ulang) dari komponen produk perangkat lunak yang sudah ada, untuk menentukan harga perangkat lunak dan menjadwalkan proyeknya. Estimasi yang tidak akurat dapat mengakibatkan melesetnya perencanaan biaya dan jadwal dalam PPPL.

Sebagian besar perangkat lunak -selanjutnya disebut PL- yang telah selesai dikembangkan tidak mempunyai dokumentasi teknis yang lengkap, dan dalam beberapa kasus, karena perubahan-perubahan yang sering dilakukan, dokumentasi teknis tidak lagi konsisten dan tidak sesuai dengan perangkat lunaknya (*source code*). Pada saat *source code* tersebut akan digunakan ulang untuk versi

berikutnya dan dipakai melakukan estimasi, diperlukan usaha untuk memahaminya agar penggunaan ulang tidak berisiko menghasilkan estimasi yang keliru.

Mengacu ke tahapan pengembangan PL (analisis-desain-koding-pengujian), *source code* akan ditulis berdasarkan hasil tahap desain. Dengan metodologi berorientasi objek, desain kelas, *package* sudah sangat mendekati struktur *source code* sehingga pengukuran dengan *tools* terhadap *source code* dianggap dapat mewakili *metrics* yang akan dipakai mengestimasi desain PL yang dikembangkan berdasarkan Analisis dan Desain Berorientasi Objek (OOAD).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas muncul rumusan masalah sebagai berikut:

- (1) Bagaimana menentukan ukuran (*size*) dan kompleksitas PL berdasarkan *source code*, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengestimasi elemen desain PL “sejenis”?
- (2) Informasi minimal apa saja selain *source code*, yang dapat dipakai untuk mengidentifikasi elemen desain, sehingga estimasi *size* dan kompleksitasnya memadai untuk digunakan ulang?

Sebagai batasan, pada penelitian ini, pendekatan arkeologi dilakukan untuk mengestimasi *size* dan kompleksitas PL yang ditulis dalam bahasa JAVA dan mengidentifikasi apakah ada komponen PL tersebut yang ingin di-*reuse* sehingga dapat meningkatkan akurasi estimasi. PL diasumsikan dikembangkan berdasarkan OOAD, dan ada informasi minimal yang menyertainya yang dapat memunculkan elemen desain dan kompleksitasnya, atau masih ada *programmernya*. Proses arkeologi dilakukan tanpa mengeksekusi program.

## 1.3 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini disusun konsep untuk mengestimasi *size* dan kompleksitas PL dengan pendekatan *software archeology* [3]. *Software archaeology* diterapkan dengan melakukan studi kasus PL sejenis yang telah selesai dikembangkan untuk mendapatkan *size* dan kompleksitas dari *source code* yang selanjutnya akan dialokasikan ke elemen desain.

Metodologi penelitian yang digunakan untuk proses arkeologi adalah gabungan metode kualitatif dan kuantitatif. Tahapan penelitian adalah 1) studi literatur, 2) analisis permasalahan, 3) proses arkeologi, 4) pembahasan hasil, dan 5) pengambilan kesimpulan. Pada studi literatur dibahas teori dan

penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini. Pada analisis/strukturalisasi permasalahan, dilakukan identifikasi elemen desain dari *source code*, serta analisis cara penentuan *size* dan kompleksitas dari *source code* dengan *software metric*. Kemudian dilakukan proses arkeologi dengan merancang, melaksanakan, dan membahas hasil eksperimen. Pada pelaksanaan eksperimen, dipilih objek produk PL studi kasus untuk diteliti (diukur, dianalisis) dan dipakai melakukan estimasi, kemudian dilakukan pembahasan hasilnya untuk menjawab rumusan masalah penelitian.

## 2. Studi Literatur

### 2.1 Software Archaeology

*Software archaeology* adalah metafora yang menggambarkan *programmer* yang melakukan pemahaman terhadap pemikiran *programmer* lain melalui artefak (PL atau produk lain) yang dihasilkan oleh *programmer* tersebut [3]. Pada konsep arkeologi, sebuah situasi diinvestigasi agar dapat dipahami dengan mengumpulkan dan menggunakan artefak dan memahami proses yang menghasilkan artefak tersebut. Proses arkeologi harus dilakukan dengan hati-hati tanpa mengubah artefaknya, dan dengan menghormati dan memahami aspek kultural saat artefak tersebut dihasilkan [4].

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, artefak adalah benda (barang-barang) hasil kecerdasan manusia [5]. Dalam lingkup pengembangan PL, artefak adalah entitas yang menjadi bagian dari sistem PL, misalnya *file*, *package*, fungsi, kode, basis data, dokumen, atau kasus uji (*test case*) [6] sebagai hasil dari proses pengembangan PL. Pada penelitian ini digunakan artefak PL dari objek studi kasus yang berupa *source code file* (selanjutnya disebut *source code*). *Source code* produk dikumpulkan dan dijadikan artefak yang di-arkeologi. Proses arkeologi yang dilakukan adalah kualitatif-analitik, dan kuantitatif.

### 2.2 Software Metrics

*Software metric* -selanjutnya disebut metrik- adalah ukuran kuantitatif terhadap derajat suatu atribut sistem, komponen, atau proses [6]. Metrik perlu dibedakan dari *measure*/ukuran, yaitu hasil mengukur [5]. Proses menentukan besarnya nilai metrik atau *measure* disebut dengan pengukuran/*measurement*.

Berdasarkan studi literatur ada banyak metrik yang didefinisikan. Metrik yang dijelaskan pada bagian ini hanya metrik yang telah dipilih untuk proses arkeologi yang dilakukan. Metrik dikelompokkan menjadi metrik produk yang berfungsi untuk

memahami dan mengontrol kualitas produk, metrik proses yang memberikan pandangan terhadap proses pengembangan PL, dan metrik proyek yang berfungsi untuk memahami dan mengontrol proyek [7]. Penelitian ini dibatasi untuk pengukuran metrik produk karena proses arkeologi dilakukan untuk produk PL.

### 2.2.1 Metrik Tradisional

*Line of code* (LOC) adalah salah satu metrik tertua untuk mengukur besarnya program. Umumnya, semakin besar ukuran kode sebuah komponen PL, semakin kompleks komponen tersebut dan semakin komponen tersebut cenderung *error* [8]. LOC dapat dijadikan basis pengukuran metrik yang berhubungan dengan kualitas dan produktivitas. Perhitungan LOC bersamaan dengan perhitungan jumlah *programmer* dapat menghasilkan metrik yang merepresentasikan produktivitas *programmer* (LOC/*programmer*).

Metrik Halstead, teori *Software Science* yang diutarakan oleh Halstead menyatakan hukum kuantitatif untuk pengembangan PL dengan menggunakan ukuran yang dapat diturunkan dari *source code* untuk merepresentasikan *program length*, *potential minimum volume* untuk algoritma, *actual volume*, *program level* (ukuran untuk kompleksitas program), dan *language level* [9]. *Cyclometric* adalah salah satu metrik untuk mengukur kompleksitas program dengan berdasarkan pada struktur grafnya [10]. Nilai *Cyclometric* adalah jumlah jalur linear pada graf menyatakan jumlah minimum jalur yang harus diuji, karena jalur apapun dapat dinyatakan sebagai kombinasi linear dari beberapa jalur linear.

Metrik ketergantungan (*dependency metrics*) adalah ukuran dari tanggung jawab, ketergantungan, dan tingkat kestabilan suatu komponen dalam PL [11]. Prinsip utama dalam perhitungan metrik ini adalah menghitung *adherent coupling* (Ca), yaitu jumlah kelas yang menggunakan atau bergantung pada kelas dalam komponen tersebut, dan menghitung *efferent coupling* (Ce), yaitu jumlah kelas dalam komponen tersebut yang menggunakan kelas dalam komponen lain. Pada [8], *Adherent Coupling* disebut sebagai *fan-in* dan *Efferent Coupling* disebut sebagai *fan-out*.

### 2.2.2 Metrik Berorientasi Objek

Menurut [12] terdapat lebih dari 60 metrik berorientasi objek/metrik OO. Pada penelitian ini metrik dipilih berdasarkan hasil analisis pada subbab 0 dan 0. Untuk mengukur *size* digunakan metrik *Design Size in Class* atau *Number Of Class* (NC), *Number Of Attribute* (NA), dan *Number of Method*

(NOM/NM). Untuk mengukur kompleksitas digunakan metrik *Weighted methods per class* (WMC).

## 3. Analisis Permasalahan

Yang dimaksud dengan *size* dan kompleksitas PL adalah besaran yang berarti untuk konteks penelitian yaitu yang bermakna untuk melakukan estimasi terhadap komponen-komponen desain PL yang sudah ada. Pada bagian ini diuraikan pula tentang proses arkeologi untuk menentukan *size* dan kompleksitas PL. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang presisi, sedapat mungkin dilakukan asesmen kuantitatif menggunakan *tools* dengan memilih *software metrics* yang sesuai dalam konteks penelitian ini. Kemudian dilakukan asesmen kualitatif oleh arkeolog untuk menentukan estimasi terhadap desain logik, yang belum terukur secara kuantitatif.

### 3.1 Identifikasi Elemen Desain dari Source Code

Pada subbab ini dianalisis mengenai cara identifikasi elemen desain dari *source code*. Elemen desain yang dimaksud adalah artefak hasil proses perancangan PL berupa arsitektur logik dan model PL. Elemen desain pada PL yang telah selesai dikembangkan dapat dengan mudah diidentifikasi apabila tersedia dokumen yang menyajikan arsitektur dan model PL, misalnya jika ditulis dalam notasi UML. Kebanyakan PL hanya memiliki *source code*. Pada analisis di bawah diasumsikan PL hanya memiliki *source code* dalam bahasa JAVA tanpa dokumentasi lain. **Arsitektur logik PL** menggambarkan dekomposisi modul-modul PL yang akan dipetakan menjadi *file* fisik (*source code*). Karena bersifat logik, modul-modul ini sulit diidentifikasi dari *source code*, terutama apabila tidak ada pemetaan yang baik antara desain logik dengan desain fisik atau realisasi implementasinya. Pada penelitian ini, arsitektur logik dipelajari secara manual oleh *software archaeologist*. **Model PL dalam notasi UML** dikelompokkan menjadi tiga yaitu diagram struktur, diagram *behaviour*, dan diagram interaksi [13]. Termasuk ke dalam kelompok diagram struktur antara lain adalah diagram kelas dan diagram *package*. Diagram kelas adalah *reusable component* dan merupakan elemen desain dengan satuan terkecil. Elemen desain pada **diagram kelas** adalah kelas, atribut, *method*, *coupling*, *inheritance*. Sebuah kelas dapat diidentifikasi dari *file* dengan ekstensi “.JAVA”. Berdasarkan kemampuan sebuah kelas untuk diinstansiasi secara langsung, kelas dapat dibedakan menjadi kelas kongkret dan kelas abstrak. Kelas kongkret dapat langsung diinstansiasi menjadi objek sedangkan kelas abstrak tidak. Kelas abstrak harus

di-inherit oleh *subclass*-nya agar dapat diinstansiasi. *Interface* (dalam bahasa JAVA) juga termasuk ke dalam kelas abstrak. Atribut dan *method* dapat diidentifikasi dari *source code* dengan mengidentifikasi keyword “public”, “private”, atau “protected”. Hubungan antar kelas yang berupa *inheritance* dan *interface* dapat diidentifikasi dari keyword “extend” dan “implement” pada awal kelas. Identifikasi hubungan antar kelas yang berupa pertukaran *message* lebih sulit diidentifikasi karena tersebar pada seluruh *source code* dalam bentuk pemanggilan *method*. Elemen desain pada **diagram package** adalah *package* dan hubungan antar-*package*. *Package* dapat diidentifikasi dari direktori. Pada penelitian ini *package* dianggap sebagai modul logik. Hubungan antar-*package* sulit diidentifikasi secara langsung karena hubungan antar-*package* bergantung dari hubungan antara kelas-kelas di dalamnya. *Coupling* antar *package* dapat diidentifikasi dari *source code* dengan melihat keyword “import” pada awal *source code*.

Yang termasuk ke dalam kelompok *Behavior Diagrams* adalah *use case diagram*, diagram aktivitas, dan diagram status/*state diagram* [13]. Elemen desain pada **use case diagram** adalah aktor, *use case*, dan hubungan antar *use case*. Elemen desain tersebut sulit diidentifikasi secara langsung dari *source code* karena sudah berbaur dalam bentuk kelas dan *method*. Agar dapat diidentifikasi, harus dilakukan pemahaman terhadap *source code* dengan membacanya secara manual. Elemen desain pada **diagram aktivitas** adalah objek dan aktivitas. Objek adalah entitas dinamik pada saat *run time*, sehingga tak dapat diidentifikasi dari *source code*. Aktivitas juga sulit diidentifikasi karena dinyatakan dalam *method* dan dapat tersebar dalam beberapa kelas. Elemen desain pada **diagram status** adalah objek dan *state*. Keduanya sulit diidentifikasi langsung karena berhubungan dengan eksekusi program. Untuk mengidentifikasinya harus dilakukan pemahaman terhadap *source code*. *Behaviour* PL relatif lebih sulit diukur karena berhubungan dengan eksekusi PL. Salah satu elemen *behaviour* yang dapat diidentifikasi dari *source code* adalah konkurensi sebuah kelas, apakah sebuah kelas adalah kelas aktif (dapat bekerja secara konkuren) atau bukan. Pada PL berbahasa JAVA, kelas “aktif” adalah kelas yang berupa *process* atau *thread*. Sebuah *process* atau *thread* mengimplementasi *interface runnable* (keyword: “implement runnable”) atau mengekstensi kelas *thread* (keyword: “extend thread”).

Yang termasuk ke dalam kelompok diagram interaksi adalah diagram sekuens, diagram komunikasi/kolaborasi, diagram pewaktuan, dan

*interaction overview diagram* [13]. Elemen desain pada diagram interaksi adalah objek dan *message* yang tidak diukur pada penelitian ini.

### 3.2 Penentuan Size Perangkat Lunak

*Size* perangkat lunak adalah ukuran yang menyatakan besar PL tersebut. Penentuan *size* PL dari *source code* mudah dilakukan karena sudah terdapat konsensus mengenai makna dan cara pengukurannya [14]. Oleh karenanya, penentuan *size* PL dilakukan secara kuantitatif.

Secara tradisional, *size* dinyatakan dengan *Line Of Code* (LOC) yang diukur per *file*. Perhitungan *size* dengan menggunakan LOC membutuhkan *source code* sebagai input sehingga LOC tidak dapat digunakan untuk mengukur *size* PL yang masih dalam fase perancangan karena *source code* belum ada. *Size* PL keseluruhan dapat dihitung dengan menjumlahkan hasil pengukuran LOC untuk semua *file*. Pengukuran LOC dilakukan untuk *file* yang berisi *source code* saja, yaitu *file* yang dikode oleh *programmer*. Berarti, *file* yang berisi konfigurasi atau kode binari hasil kompilasi tidak masuk dalam hitungan LOC. LOC dapat dihitung untuk berbagai kondisi, misalnya dengan menghitung keseluruhan baris kode, tidak mengikursertakan komentar, tidak mengikursertakan baris kosong, atau kombinasinya. Pada penelitian ini LOC dihitung untuk keseluruhan baris, termasuk komentar dan baris kosong.

*Size* PL juga dapat dihitung dari jumlah komponen pembangunnya yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Komponen pada PL yang berorientasi objek yang dianggap dapat mempengaruhi *size* perangkat keras adalah kelas, atribut, dan *method*. Sementara *package* dianggap tidak mempengaruhi *size* karena ukuran *package* ditentukan oleh konten-konten di dalamnya (kelas, atribut, dan *method*). Selain itu, representasi *package* dalam bahasa JAVA adalah sebagai sebuah direktori, dan bukan *file*. Metrik OO yang dipilih untuk mengukur *size* adalah NM (*Number of Method*), NA (*Number of Attribute*), dan NC (*Number Of Class*).

### 3.3 Penentuan Kompleksitas Perangkat Lunak

Pada penelitian ini, yang dimaksud dengan perangkat lunak yang kompleks adalah PL yang sulit dimengerti dan diverifikasi desain atau cara implementasinya [6] serta membutuhkan usaha atau *work load* yang tinggi untuk menulis/mengkode program sesuai dengan rancangan [7]. Pengukuran kompleksitas berdasarkan *source code* dapat dilakukan dengan asesmen secara kuantitatif dan kualitatif.

**Asesmen kuantitatif** dilakukan dengan mengukur metrik kompleksitas yang dapat diukur dari *source code* yang dilakukan dengan bantuan *tools*. Hasil asesmen kuantitatif bersifat akurat dan detil, namun karena asesmen ini dilakukan secara otomatis dengan *tools* hasilnya tidak mengikutsertakan dekomposisi yang menentukan kualitas desain PL.

Kompleksitas PL dapat diukur berdasarkan *flow of graph* yang diukur dengan *Cyclometric*. Pada PL berorientasi objek, *Cyclometric* dihitung untuk setiap *method*. Untuk mengukur kompleksitas per kelas berdasarkan *flow of graph*, digunakan metrik **WMC** (*Weighted Metric per Class*), yaitu jumlah nilai *Cyclometric* setiap *method* dalam sebuah kelas.

Kompleksitas dapat ditentukan dari hubungan antar komponen dalam PL. Semakin banyak sebuah komponen berhubungan dengan komponen lain, semakin kompleks komponen tersebut. Dalam hubungan antara dua buah komponen, perlu ditentukan juga komponen mana yang mengirimkan pesan dan komponen mana yang menerima pesan. Hubungan atau *coupling* ini dapat diukur dengan metrik *adherent coupling* (**Ca**), yaitu jumlah komponen (*package* atau kelas) yang menggunakan komponen tersebut, dan *efferent coupling* (**Ce**), yaitu jumlah komponen lain yang digunakan oleh komponen tersebut.

Salah satu penentu kompleksitas adalah konkurensi. Karena pada penelitian ini proses arkeologi hanya dilakukan terhadap *source code* tanpa mengeksekusinya, pengamatan konkurensi hanya dilakukan dengan mengidentifikasi kelas aktif yang berupa *thread* dan *main program*. Penghitungan dilakukan dengan meneliti dan memahami teks *source code*, dokumentasi, dan wawancara *programmer*. Kelas selain *thread* dan *main program* disebut kelas pasif. Pada penelitian ini didefinisikan metrik untuk mengukur jumlah kelas aktif yaitu **AC** (*Active Class*) dan metrik untuk mengukur jumlah kelas pasif yaitu **PC** (*Passive Class*).

Kompleksitas juga dapat ditentukan berdasarkan *size* PL. *Size* merupakan properti internal PL yang dapat diukur secara langsung dari PL sedangkan kompleksitas merupakan properti eksternal yang diukur dari kombinasi terbobot berbagai properti internal [14]. Dari teori ini didapat hipotesis bahwa ukuran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kompleksitas. Hal ini logis karena semakin besar *size*, berarti semakin banyak komponen dalam PL, dan semakin tinggi usaha yang diperlukan untuk mengelola dan mengembangkan PL sehingga PL semakin kompleks. Pengukuran *size* PL dilakukan secara kuantitatif dengan metode yang telah dijelaskan pada bagian 3.2.

**Asesmen secara kualitatif** untuk mengukur kompleksitas PL dilakukan untuk melengkapi asesmen kuantitatif, dengan menganalisis artefak desain, baik yang berasal dari dokumentasi PL maupun dari berhasil di-*reverse engineer* dari *source code* atau dengan bantuan *programmer*. Asesmen kualitatif dilakukan dengan tujuan agar semantik PL dapat ikut dianalisis sebagai bagian dari penentu kompleksitas PL. Asesmen kualitatif dapat dilakukan pada arsitektur aplikasi yang bersifat logik, deskripsi mengenai PL dan karakteristiknya, arsitektur aplikasi yang berupa dekomposisi modul dan hubungan antar modul, dan artefak lain yang dapat merepresentasikan *behaviour* perangkat lunak.

Kompleksitas dapat dinilai dari deskripsi PL dan karakteristik PL dengan melakukan pemahaman dan *expert judgment*. Setiap jenis/karakter PL memiliki kompleksitas yang berbeda. PL yang bersifat *real time* harus mengimplementasikan kode-kode berkaitan dengan batasan waktu. PL yang konkuren harus mengelola banyak objek yang bekerja secara bersamaan dan harus disinkronisasi. PL yang tidak berfungsi sendiri harus berinteraksi dengan objek atau sistem lain sesuai dengan *interface requirement*. Jenis PL dinyatakan kompleks jika mengandung aspek *real time*, konkuren, berhubungan dengan banyak perangkat atau komponen lain, atau mempunyai konstrain tertentu. PL sistem juga dikategorikan lebih kompleks daripada PL aplikasi untuk end-user. PL yang menangani otomasi (dinyatakan dalam diagram *behaviour* UML) juga lebih rumit dibandingkan dengan yang hanya merekam dan menyajikan data. Generator atau *framework* atau PL yang memudahkan *end user application* program juga dikategorikan rumit.

Kompleksitas dapat dinilai dari dekomposisi PL dengan melihat lebar dan kedalaman hirarki komponen. Semakin teratur (berstruktur pohon), semakin lebar dan semakin dalam berarti semakin banyak komponen dalam PL tersebut. Dari dekomposisi juga dapat dinilai desain PL. Apabila dekomposisi tidak seimbang (terlalu lebar atau terlalu dalam pada satu sisi) berarti PL tidak didesain dengan baik. Akibatnya kompleksitas menjadi tidak merata.

Kompleksitas dapat dinilai dari *behaviour* perangkat lunak, misalnya *behaviour* yang berhubungan dengan banyaknya status PL yang harus dikelola dan banyaknya komponen yang bekerja secara konkuren. Program yang memiliki banyak status dan bekerja dapat bekerja secara konkuren membutuhkan usaha lebih dalam pengembangan sehingga program akan semakin kompleks.

## 4. Proses Arkeologi

Pada penelitian ini, proses arkeologi dilakukan dengan terhadap lima objek studi kasus. Pada bab ini dijelaskan mengenai kriteria pemilihan objek studi kasus, desain eksperimen kuantitatif untuk mendukung proses arkeologi, dan pembahasan hasil proses arkeologi terhadap objek studi kasus. Proses arkeologi dilakukan dengan dua cara seperti halnya seorang arkeolog melakukan penelitian, yaitu menggunakan *tools* dan meneliti dengan cermat objek kajiannya.

### 4.1 Kriteria Objek Studi Kasus

Perangkat lunak yang dipilih menjadi objek studi kasus pada penelitian ini memenuhi kriteria bahwa artefak berupa *source code* tersedia dan lengkap, dapat diakses untuk digali/diteliti dan diukur metriknya. Proses arkeologi lebih mudah jika *source code* bersifat *self documented*, dan tersedianya dokumentasi minimal yang berisi penjelasan mengenai deskripsi, karakteristik PL, dan arsitektur PL. Jika dokumentasi tidak lengkap, tim pengembang PL masih ada untuk diwawancarai. Selain itu, pada penelitian ini hanya dilakukan proses arkeologi terhadap PL yang dikembangkan dalam bahasa JAVA karena tersedianya *tools* untuk melakukan berbagai metrik.

### 4.2 Desain Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan melakukan tahapan sebagai berikut terhadap objek studi.

#### 4.2.1 Pemahaman Objek Studi Kasus

Pada tahap ini, dilakukan pemahaman PL secara umum. Aktivitas dilakukan dengan cara melakukan wawancara pada pihak-pihak yang terlibat dalam proyek, misalnya manajer proyek, administrator proyek, atau *programmer*.

#### 4.2.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dua jenis data, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Yang dimaksud dengan data kualitatif adalah data yang tak bisa diukur langsung secara eksak dari *source code*. Data kualitatif yang dikumpulkan antara lain adalah pemahaman mengenai karakteristik PL, dekomposisi PL, dan *behaviour* perangkat lunak. Data kualitatif dikumpulkan dengan cara melakukan wawancara pada *programmer*, membaca dan memahami dokumen apabila ada, dan melakukan pemahaman pada *source code*.

Data kuantitatif dikumpulkan dengan melakukan: (1) *source code* diambil informasi: nama, ukuran, ekstensi, direktori, tanggal dengan menggunakan *command prompt*, yang kemudian diekspor ke *spreadsheet*. Untuk tahap ini digunakan **Google Refine** dan hasilnya adalah data mengenai *source code* yang disimpan **Microsoft Excel**, yang selanjutnya diekspor ke dalam *database Microsoft Access* menggunakan aplikasi kecil dan sederhana yang telah dirancang dan diimplementasikan sebagai bagian dari penelitian [15]. (2) *Source code* diukur dengan *tools Jdepend* dan **Cyvis**. Dari menjalankan **Jdepend**, diperoleh data **NC** (*Number Of Class*), **Ca** (*Adherent Coupling*), dan **Ce** (*Efferent Coupling*) per *package*. Sedangkan dari **Cyvis** diperoleh data data **LOC** (*Line Of Code*) per kelas, dan *Cyclometric number* per method. Metrik yang terukur ini belum dapat disimpulkan sebagai metrik produk PL secara keseluruhan.

### 4.2.3 Asesmen Kualitatif dan Kuantitatif

Berdasarkan data yang dikumpulkan pada tahap sebelumnya, dilakukan asesmen kualitatif dan kuantitatif pada PL. Asesmen kualitatif dilakukan dengan menganalisis karakteristik dan arsitektur logika PL dengan mengacu ke data kualitatif yang telah dikumpulkan. Asesmen kuantitatif dilakukan dengan menurunkan metrik lain yang dihitung dari nilai metrik yang sudah diperoleh sebelumnya. Perhitungan dilakukan dengan melakukan *query* total (*sum* atau *count*) dari *file* atau kelas yang terlibat dalam modul tersebut. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi sederhana yang dibangun di atas **Microsoft Access**, untuk mendapatkan **WMC** (*Weighted Method per Class*), **NC** (*Number Of Class*), **AC** (*Number Of Active Class*), **PC** (*Number Of Passive Class*), **NA** (*Number of Attribute*), dan **NM** (*Number Of Method*) untuk setiap modul, yang telah dijelaskan pada subbab 3.2 dan 3.3. Hasil akhir dari proses asesmen kuantitatif terhadap setiap objek studi kasus disajikan pada Tabel 4.1 s/d Tabel 4.5. Sedangkan asesmen secara keseluruhan disajikan Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

### 4.3 Pelaksanaan dan Hasil Proses Arkeologi

Telah dipilih lima objek studi kasus yang diproses dalam penelitian ini, yaitu sebuah *Human Machine Interface Air Traffic Controller System* (**HMI-ATCS-X**), sebuah aplikasi *Autogate* (**APL-Y**), sebuah *dispatcher* untuk penilaian program secara otomatis (**JDispatcher**), sebuah *Repetitive Flight Plan Creator* (**RPL-A**), dan sebuah *Turn-Base Game* (**Game-B**). Kelima PL tersebut akan digunakan ulang untuk memproduksi versi berikutnya. Karena kerahasiaan produk, kami hanya dapat

menyajikan deskripsi teknis secara terbatas.

#### 4.3.1 HMI-ATCS- X

ATCS-X adalah perangkat lunak yang terdiri dari *flight data processor*, *radar data processor*, *radar bypass*, *human machine interface*, dan *recording & playback system*. Bagian **ATCS-X** yang digunakan sebagai objek studi kasus adalah modul *Human Machine Interface (HMI-ATCS-X)* yang dikembangkan untuk sebuah bandara di Indonesia. PL ini sudah selesai dikembangkan, dioperasikan, dan masih dipelihara sehingga diambil salah satu versi untuk diteliti. Artefak yang berhasil diperoleh adalah *source code* lengkap tanpa dokumen teknis, *user manual* yang berisi deskripsi fungsi dan cara penggunaan setiap fitur. Dari artefak tersebut, diturunkan dokumentasi arsitektur lojik perangkat lunak setelah melakukan wawancara dengan *programmer*. **HMI-ATCS-X** berjenis perangkat lunak *real time* karena mampu menerima data dari radar dan mampu memonitor perangkat keras sistem secara *real time*.

**HMI-ATCS-X** berarsitektur MVC, dan modul dalam perangkat lunak dapat dibedakan menjadi modul *model*, *viewer* dan *controller*. *Model* hanya berfungsi sebagai representasi data sehingga modul dengan tipe ini tidak kompleks. *Viewer* berfungsi untuk menampilkan data dan mengkonfigurasi tampilan data. Tingkat kesulitan modul dengan jenis ini tidak terlalu tinggi. Ditambah dengan cara kodingnya yang relatif repetitif, walaupun modul ini berjumlah relatif banyak tapi usaha yang dibutuhkan secara keseluruhan tidak terlalu besar. *Controller* berfungsi untuk memonitor status perangkat keras secara *real time* di lingkungan sistem HMI dan mengkonversi format data. Modul *Controller* dikategorikan kompleks karena *real time* dan konversi format data rumit serta membutuhkan kecermatan desain sampai pada level *binary*. Secara keseluruhan, **HMI-ATCS-X** kompleks, karena skalanya besar, banyak elemen konkuren, berhubungan dengan perangkat keras, dan *safety critical* serta *real time system*.

**Tabel 4-1 Hasil Asesment Kuantitatif HMI-ATCS-X**

Modul	LOC	WMC	NC	AC	PC	NM	NA	Ca	Ce
Controller#1	12.514	335	45	3	42	123	224	19	31
Controller#2	1.483	147	10	-	10	59	76	5	24
Model #1	16.596	1.368	27	-	27	609	402	42	49
Model #2	807	38	7	-	7	16	16	3	12
Model #3	290	35	3	-	3	14	12	4	10
Support	9.391	577	50	-	50	225	227	63	87
Support	1.133	150	16	-	16	75	93	37	20
View #1	105.362	461	62	-	62	185	196	8	40
View #2	37.185	575	100	-	100	297	277	13	46
View #3	34.940	1.241	71	-	71	307	247	32	121
View #4	31.808	631	79	-	79	235	250	13	65
View #5	9.784	210	30	-	30	91	90	5	33
View #6	8.415	279	25	1	25	84	95	34	50
View #7	6.696	182	8	-	8	43	59	15	28
View #8	6.696	182	8	-	8	43	59	15	28
View #9	6.671	115	14	-	14	56	51	10	30
View #10	1.666	56	6	-	6	24	31	1	18
TOTAL	291.437	6.582	561	4	558	2.486	2.405	-	-

Setelah dilakukan proses arkeologi, hasil asesmen kuantitatif disajikan pada Tabel 4-1. Dari hasil pada Tabel 4-1 ternyata jenis modul belum tentu menyatakan *size* dan kompleksitas. Untuk setiap jenis modul terdapat modul yang berukuran besar dan kecil, dan ukuran kompleksitasnya tinggi atau rendah.

#### 4.3.2 Aplikasi-Y

Aplikasi-Y (**APL-Y**) adalah sebuah aplikasi “*embedded*” untuk mengontrol gerbang otomatis (*autogate*) pengganti imigrasi di bandara. **APL-Y** sudah selesai dikembangkan, dioperasikan, dan masih terus dipelihara saat penelitian ini dilakukan, sehingga diambil salah satu versi untuk diteliti. Artefak yang berhasil dikumpulkan untuk objek studi kasus ini adalah *source code* lengkap, disertai dokumentasi teknis yang berisi arsitektur perangkat lunak dan arsitektur sistem secara keseluruhan.

Perangkat lunak ini bersifat *embedded* karena langsung di-*embed* ke dalam perangkat keras yang dirakit menjadi satu berupa *autogate*. **APL-Y** harus berinteraksi dengan beberapa subsistem yaitu *barcode scanner*, *finger print scanner*, *passport scanner*, *card reader*. **APL-Y** harus melakukan validasi berbagai jenis data. Untuk mendukung kemampuan tersebut, **APL-Y** dikategorikan kompleks karena harus mempertimbangkan protokol untuk berhubungan dengan semua perangkat keras dan menjalankan algoritma validasi dan sekuriti.

Dengan mempelajari arsitekturnya, modul **APL-Y** terdiri dari satu modul utama yang mengontrol *autogate* dan modul-modul pendukung lainnya yang berfungsi untuk mendefinisikan protokol antara perangkat lunak dengan perangkat



keras dalam sistem tersebut. Perancangan satu modul utama seperti ini tidak terlalu bagus karena pembagian tanggung jawab tidak seimbang. Namun perancangan seperti ini memudahkan pemahaman terhadap perangkat lunak dan mempermudah implementasi pada autogate. *Behaviour APL-Y* dapat dikategorikan kompleks karena berhubungan dengan beberapa perangkat keras sekaligus dan hasil interaksinya menimbulkan kombinasi banyak kasus yang harus ditangani. Selain itu, perangkat lunak ini harus mengelola banyak status yang menentukan tindakan yang harus dilakukan dengan batasan waktu. Misalnya, kapan pintu *autogate* harus membuka dan kapan harus menutup. Banyaknya kasus dan status mempersulit proses desain dan menimbulkan potensi kesalahan waktu koding. *APL-Y* adalah perangkat lunak yang kompleks.

Tabel 4-2 Hasil Asesment Kuantitatif APL-Y

Modul	LOC	WMC	NC	AC	PC	NM	NA	Ca	Ce
Main Modul	7.683	438	5	1	5	55	92	2	28
Helper #1	3.982	318	19	8	11	91	80	1	29
Helper #2	3.859	185	6	2	4	47	39	2	7
Helper #3	614	36	3	-	3	17	47	0	2
Helper #4	590	32	3	1	2	20	7	1	6
Helper #5	380	17	4	-	4	8	5	0	11
Helper #6	247	24	3	-	3	17	18	2	4
Helper #7	82	10	1	-	1	4	2	1	8
Helper #8	32	10	3	-	3	4	2	2	3
Total	17.479	1.048	47	12	36	263	292	-	-

Hasil asesmen kuantitatif disajikan pada Tabel 4-1. Pada hasil asesmen tersebut *Main Modul* adalah modul bernilai metrik paling besar kecuali untuk metrik **Ce**. Hasil ini sesuai dengan peran *Main Modul* yang berfungsi untuk mengelola banyak fitur perangkat lunak.

### 4.3.3 JDispatcher

**JDispatcher** adalah salah satu bagian dari sistem yang mengintegrasikan sistem LMS Moodle dengan *autograder* skalabel. **JDispatcher** bertanggung jawab untuk mengelola antrian permintaan penilaian *source code* dan memerintahkan *grader* mengerjakan penilaian. **JDispatcher** yang ditulis dalam bahasa JAVA diisolasi dari antar muka Moodle yang ditulis dalam bahasa PHP [16]. Selain *source code*, perangkat lunak ini dilengkapi dengan dokumentasi teknis yang berisi arsitektur logik dan diagram kelas beserta deskripsi setiap kelas.

Ketersediaan artefak selain *source code* mempermudah dalam melakukan asesmen kompleksitas. Dekomposisi yang disajikan dari dokumentasi berstruktur pohon, dengan lebar dekomposisi perangkat lunak adalah enam dan kedalamannya dua dengan struktur yang seimbang.

**JDispatcher** terdiri dari empat modul, yaitu Modul *Request Receiver*, *Token Manager*, *Monitor*, dan *Work Distributor*. Modul *Request Receiver* dan *Token Manager* dikembangkan dengan menggunakan bahasa PHP (yang tidak diukur dalam asesmen kuantitatif), sedangkan Modul *Monitor* dan *Work Distributor* dikembangkan dengan bahasa JAVA. Perbedaan bahasa pada perangkat lunak ini tidak menimbulkan kesulitan dalam implementasi karena tidak mengakibatkan komunikasi antar objek dalam bahasa yang berbeda. Modul *Monitor* selalu aktif untuk memeriksa status ketersediaan dan CPU load setiap server, dan mengalihkan pekerjaan yang sedang dikerjakan oleh sebuah server ketika dideteksi sebuah server mengalami gangguan/tidak bisa dihubungi. *Monitor* juga mengirimkan informasi status ketersediaan dan CPU load setiap server ke *Work Distributor*. Karena bekerja secara konkuren dan bersifat aktif, *Monitor* merupakan modul yang kompleks. Modul *Work Distributor* selalu dalam *state* menunggu perintah dari *Monitor* untuk membagikan permintaan layanan dengan algoritma pembagian tugas sehingga *Work Distributor* harus berjalan secara konkuren. Karena bekerja secara konkuren dan terdapat algoritma pembagian tugas yang kompleks, *Work Distributor* merupakan modul yang kompleks.

Hasil asesmen kuantitatif untuk submodul atau unit berbahasa JAVA seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4-3.

Tabel 4-3. Hasil Asesmen Kuantitatif JDispatcher

Modul	LOC	WMC	NC	AC	PC	NM	NA	Ca	Ce
Grader	558	78	6	1	5	40	24	4	28
Fetcher	237	30	3	1	2	13	2	4	6
Monitor	205	33	4	1	2	13	3	1	8
Distributor	192	36	5	1	4	11	3	2	7
Support	140	28	4	-	4	10	-	6	4
Model	102	32	1	-	1	6	5	3	7
Total	1.434	237	23	4	18	93	37	-	-

Dari hasil asesmen dapat dilihat bahwa submodul Grader memiliki nilai paling tinggi hampir untuk semua metrik. Grader merupakan submodul dari *Work Distributor* yang berfungsi sebagai *interface* ke sistem lain di luar **JDispatcher**. Karena harus bertukar message dengan komponen di luar sistem, submodul ini menjadi kompleks. Submodul lainnya yang memiliki nilai relatif tinggi adalah *Fetcher*, *Monitor*, dan *Distributor* yang berturut-turut berfungsi sebagai penerima data, pemantau kondisi server, dan pembagi pekerjaan. Ketiga submodul tersebut memiliki kelas aktif yang bekerja secara konkuren dan relatif digunakan oleh kelas pada submodul lain (dilihat dari **Ce**) sehingga ketiga kelas tersebut dapat dianggap sebagai submodul yang kompleks.

#### 4.3.4 Repetitive Flight Plan Creator A

*Repetitive Flight Plan Creator A/RPL-A* adalah aplikasi untuk membangkitkan rencana penerbangan / *flight plan* agar petugas tidak perlu membuat *flight plan* secara manual setiap hari. **RPL-A** adalah aplikasi *background (daemon)* yang terus menerus melakukan pengecekan apakah sebuah *flight plan* sudah saatnya harus dibangkitkan.

**RPL-A** terdiri dari enam kelas yang tersusun dalam satu *package*. Kelas *flight plan* dan *file utils* merepresentasi data *flight plan* dan *file* yang menyimpannya, sehingga tidak kompleks. Kelas *RPLLoader* dan *RPLSender* berfungsi sebagai pembangkit dan pengirim *file* berisi *flight plan*, dan kelas *Heartbeat Listener* bertugas sebagai pemantau waktu kapan *file* harus dikirimkan ke aplikasi lain. Karena harus bekerja terus menerus sebagai *daemon*, kelas-kelas ini lebih kompleks. Kelas *main* berfungsi sebagai kelas utama yang hanya memanggil *method* yang telah didefinisikan sehingga tidak kompleks. Aplikasi ini kurang modular karena tanggung jawab untuk membangkitkan *flight plan* sebaiknya dipisahkan dari *timer* yang mengecek kapan *file* harus dikirimkan. Kompleksitas **RPL-A** rendah karena skalanya kecil dan tanggung jawabnya sedikit.

Hasil asesmen kuantitatif **RPL-A** dapat dilihat pada Tabel 4-4. Karena aplikasi hanya terdiri dari satu *package*, jumlah modul dianggap satu (yaitu *package* itu sendiri) sehingga **Ca** dan **Ce** bernilai 0.

Tabel 4-4. Hasil Asesmen Kuantitatif RPL-A

Modul	LOC	WMC	NC	AC	PC	NM	NA	Ca	Ce
RPL-A	2.709	207	6	2	5	73	29	0	0

Berdasarkan nilai **LOC**, **NC**, **NM**, dan **NA** **RPL-A** berukuran relatif kecil, dan berdasarkan nilai **WMC** dan **AC** kompleksitas **RPL-A** rendah.

#### 4.3.5 Game-B

**Game-B** adalah sebuah permainan *turn-based tactic* (permainan strategi dengan pemain bergiliran) yang dikembangkan dalam bahasa JAVA dengan tampilan GUI sebagai tugas besar kuliah Pemrograman Berorientasi Objek Program Studi Sarjana Teknik Informatika ITB. **Game-B** terdiri dari 3 modul: *Model*, *View-Controller*, dan *View-Animator*. Kelas-kelas *Model* adalah turunan dari *main model*, berfungsi untuk merepresentasi tokoh *game*, bangunan, peta, pemain, dan membaca dan menulis isi data ke *file*. *View-Controller* berfungsi untuk membuat peta, menampilkan hasil, mempersiapkan *game*, me-load *game*, dan kemudian menampilkannya dalam form GUI yang meng-extend kelas JAVA Swing. Kelas *View* menampilkan

gambar, label, dan mendefinisikan aksi yang dilakukan pemain. Aplikasi ini kurang modular karena tanggung jawab *View* digabung dengan *Controller/Animator*. **Game-B** tingkat kompleksitasnya sedang karena banyaknya elemen konkuren, tapi tidak *real time* dan tingkat kritikalitasnya tidak tinggi.

Tabel 4-5. Hasil Asesmen Kuantitatif Game-B

Modul	LOC	WMC	NC	AC	PC	NM	NA	Ca	Ce
Model	6.614	536	13	-	13	235	148	2	8
View-Controller	13.324	399	88	1	88	2.813	3.049	2	13
View-Animator	668	27	4	4	-	7	9	2	6
Total	20.606	962	105	5	101	3.055	3.206	-	-

Hasil asesmen kuantitatif pada Tabel 4-5 di atas menunjukkan bahwa Modul *View-Controller* bernilai metrik paling tinggi bukan karena jumlah kelasnya (sebagian besar memanfaatkan kelas JAVA Swing) tetapi karena tanggung jawab untuk mengatur aksi beserta tampilannya. Modul *View-Animator* kompleksitasnya sedang karena mengandung kelas-kelas konkuren, tapi jumlah kelasnya sedikit.

#### 4.4 Pembahasan Hasil

Rangkuman hasil proses arkeologi terhadap lima objek studi kasus disajikan pada Tabel 4-6 dan Tabel 4-7.

Tabel 4-6. Hasil Asesmen Kualitatif Kelima PL

PL	Kualitas Modul	Konkurenal	Interakal
HMI-ATCS-X	3 (Baik)	3 (Tinggi)	2 (Sedang)
APL-Y	2 (Sedang)	3 (Tinggi)	3 (Banyak)
JDispatcher	3 (Baik)	2 (Sedang)	2 (Sedang)
RPL-A	1 (Kurang)	0 (Tidak ada)	1 (Rendah)
Game-B	1 (Kurang)	3 (Tidak ada)	1 (Rendah)

Tabel 4-7. Hasil Asesmen Kuantitatif Kelima PL

PL	LOC	WMC	NC	AC	PC	NM	NA
HMI-ATCS-X	291.437	6.582	561	4	558	2.486	2.405
APL-Y	17.479	1.048	47	12	36	263	292
JDispatcher	1.434	237	23	4	18	93	37
RPL-A	2.709	207	6	2	5	73	29
Game-B	20.606	962	105	5	101	3.055	3.206

Dari hasil asesmen kualitatif maupun kuantitatif, **HMI-ATCS-X** memiliki nilai metrik paling besar, baik untuk *size* (**LOC**, **NC**, **NM**, dan **NA**) maupun kompleksitas (**WMC**, **PC**, **Ca**, dan **Ce**) yang berarti perangkat lunak ini merupakan perangkat lunak yang paling besar dan paling kompleks. Hasil asesmen kualitatif **HMI-ATCS-X** kompleks karena merupakan perangkat lunak *real time* dan

berinteraksi dengan perangkat keras. **Game-B** dan **APL-Y** memiliki nilai metrik yang tidak setinggi **HMI-ACTS-X**. Secara khusus, **APL-Y** memiliki nilai metrik **AC** yang tinggi karena memiliki banyak kelas konkuren. **Game-B** memiliki nilai **WMC** yang tinggi karena adanya modul pengelola animasi dengan kelas konkuren. **JDispatcher** dan **RPL-A** memiliki *size* yang relatif kecil dibanding ketiga perangkat lunak lainnya.

Asesmen kualitatif untuk menentukan kompleksitas dengan mudah dilakukan apabila ukuran PL relatif kecil dan didukung oleh dokumentasi minimal.

## 5. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan *software archeology* baik secara kuantitatif maupun kualitatif terhadap lima produk perangkat lunak berbahasa JAVA yang lengkap *source code*-nya, namun dokumentasinya terbatas. *Software archeology* pada penelitian ini hanya dilakukan terhadap *source code* tanpa mengeksekusinya sehingga tidak menghasilkan metrik pada saat *runtime*. Proses arkeologi dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan *size* dan kompleksitas perangkat lunak, maupun elemen desain perangkat lunak yang akan di-*reuse*. Untuk perangkat lunak yang modularitasnya belum baik, perlu dilakukan *refactoring* sebelum di-*reuse*.

Hasil arkeologi menunjukkan bahwa perangkat lunak yang ditulis dalam bahasa JAVA dapat diukur *size* nya, dan kompleksitas hasil pengukuran sebanding dengan *size*. Urutan perangkat lunak berdasarkan ukurannya dari yang paling besar adalah **HMI-ATCS-X**, **Game-B**, **Aplikasi Y**, **RPL-A**, dan **JDispatcher**. Dari kompleksitas, kelima PL bersifat kompleks, namun belum dapat ditentukan secara pasti ukuran kompleksitasnya walaupun dari pengukuran *Cyclometric* hasilnya sebanding dengan urutan *size*. PL **HMI-ATCS-X** dan **JDispatcher** dapat di-*reuse* sedangkan **APL-Y**, **RPL-A**, dan **Game-B** perlu di-*refactoring* sebelum di-*reuse*. Masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan kompleksitas produk PL dengan mengikutsertakan data proses pengembangan, misalnya dari *versioning tools* dan *bug tracking system*. Proses arkeologi harus dibantu dengan *tools* terutama untuk melakukan asesmen kuantitatif PL yang skalanya besar. *Tools* ini berpotensi untuk diteliti lebih lanjut. Asesmen kualitatif untuk menentukan kompleksitas dengan mudah dilakukan karena ukurannya relatif kecil.

Setelah melakukan proses arkeologi, disimpulkan bahwa selain *source code*, informasi berupa deskripsi umum PL, deskripsi arsitektural, deskripsi lingkungan dan interaksi perangkat lunak

dengan lingkungannya, serta diagram kelas sangat membantu untuk menentukan kompleksitas. Semua faktor penentu estimasi kompleksitas produk dan komponen serta prosedur asesmennya sudah dihasilkan dan dideskripsikan secara rinci dalam sebuah *form* asesmen, sebagai salah satu hasil dari penelitian ini [15].

Produk perangkat lunak yang sudah diteliti dapat dipakai untuk mengestimasi versi berikutnya dari segi *size*. Diharapkan, metoda yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dipakai pada beberapa proyek nyata lainnya, dan ketepatan estimasinya akan dapat dinaikkan. Hal ini akan menjadi kajian kami dalam penelitian selanjutnya.

## Daftar Pustaka

- [1] The Standish Group International, Inc. (2001). *Extreme Chaos*. The Standish Group International, Inc.
- [2] Jones, C. (2002). *IT Measurement: Practical Advice from the Experts*. Boston: Pearson Education, Inc.
- [3] Robles, G. a.-B. (2005). An empirical approach to Software Archaeology. *Proceedings of the International Conference on Software Maintenance (poster session)*.
- [4] Hunt, A. a. (2002). Software archaeology. *IEEE*, 20-22.
- [5] Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional Indonesia. (2008). *Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring*. Retrieved 05 21, 2013, from <http://badanbahasa.kemdiknas.go.id/kbbi/>
- [6] IEEE. (1990). *IEEE Std 610.121990 Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- [7] Honglei, T., Wei, S., & Yanan, Z. (2009). The Research on Software Metrics and Software Complexity Metrics. *International Forum on Computer Science-Technology and Applications* (pp. 131-136). IEEE.
- [8] Sommerville, I. (2011). *Software Engineering, 9th Edition*. Boston: Pearson Education, Inc.,
- [9] Pressman, R. S. (2004). *Software Engineering: A Practitioner's Approach 6th Edition*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.
- [10] Yu, S., & Zhou, S. (2010). A Survey on Metric of Software Complexity. The 2nd IEEE International Conference.
- [11] Martin, R. (1994). *OO Design Quality Metrics: An Analysis of Dependencies*. Green Oaks.
- [12] Shaik, A., Reddy, C. R., Manda, B., Prakashini, & Deepthi. (2010). Metrics for Object Oriented Design Software Systems: A Survey. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)*, 190-198.

- [13] Object Management Group Inc. (2013, 02 14). *Introduction To OMG's Unified Modeling Language™ (UML®)*. Retrieved 07 20, 2013, from [http://www.omg.org/gettingstarted/what\\_is\\_uml.htm](http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm) OMG:
- [14] Costea, A. (2007). On Measuring Software Complexity. *Journal of Applied Quantitative Method Vol. 2 No. 1*, 98-108.
- [15] Kalisa, A. (2013). *Desain Eksperimen Penentuan Size dan Kompleksitas Perangkat Lunak dengan Pendekatan Software Archaeology*. Bandung: Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung.
- [16] Danutama, K. (2012). *Integrasi LMS dan Autograder Kompetisi untuk Penyelenggaraan Kuliah Pemograman*. Bandung: Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB.

#### Acknowledgment

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada PT LAPI-Divusi yang sudah memberikan izin untuk memakai **HMI-ATC-X**, **APL-Y**, dan **RPL-A** sebagai objek penelitian. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Karol Danutama yang sudah memberikan akses penuh terhadap *source code* hasil karyanya. (**JDispatcher** dan **Game-B**).

#### [CV Penulis]

**Antonia Riani Kalisa** adalah mahasiswa semester terakhir Program Magister Informatika yang sedang pada tahap penyelesaian tesis dengan tema penelitian ini. Ia menyelesaikan Program Sarjana Sistem dan Teknologi Informasi STEI ITB pada tahun 2012.

**Inggriani Liem** adalah anggota KK Data & Software Engineering, STEI ITB, lulus program sarjana Departemen Fisika Teknik ITB pada tahun 1977. Ia memperoleh DESS IDC di Universitas Grenoble I (1985) dan DEA Informatique di INPG (tahun 1986). Pada tahun 1986-1989 menempuh studi doktorat dan menyelesaikan program doktor bidang informatika pada Université Joseph Fourier, Grenoble, France.

**Yudistira Asnar** adalah anggota KK Data & Software Engineering, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB, lulusan Program Sarjana Teknik Informatika ITB tahun 2002. Ia menyelesaikan Master dan Doktor di Universitas Trento Italia di bidang IT Risk and Security.

Mahasiswi semester terakhir Program Magister Informatika yang sedang pada tahap penyelesaian tesis dengan tema penelitian ini. Ia menyelesaikan Program Sarjana Sistem dan Teknologi Informasi STEI ITB pada tahun 2012.

**Inggriani Liem** adalah anggota KK Data & Software Engineering, STEI ITB, lulus program sarjana Departemen Fisika Teknik ITB pada tahun 1977. Ia memperoleh DESS IDC di Universitas Grenoble I (1985) dan DEA Informatique di INPG (tahun 1986). Pada tahun 1986-1989 menempuh studi doktorat dan menyelesaikan program doktor bidang informatika pada Université Joseph Fourier, Grenoble, France.

**Yudistira Asnar** adalah anggota KK Data & Software Engineering, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB, lulusan Program Sarjana Teknik Informatika ITB tahun 2002. Ia menyelesaikan Master dan Doktor di Universitas Trento Italia di bidang IT Risk and Security.



# PENGAMANAN LOGIN PADA SISTEM INFORMASI AKADEMIK MENGGUNAKAN OTENTIKASI ONE TIME PASSWORD BERBASIS SMS DENGAN HASH MD5

Kartika Imam Santoso,<sup>1)</sup> , Eko Sedyono,<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>*Jurusan Sistem Informasi, STMIK BINA PATRIA Magelang  
Jl. Raden Saleh 2, Potrobangsari Magelang 56116  
085865711837  
E-mail : kartikaimams@gmail.com*

<sup>2)</sup>*Jurusan Sistem Informasi, UKSW Salatiga  
Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga  
08174176380  
E-mail : eko@staff.uksw.edu*

## Abstrak

Pengamanan login untuk mengakses Sistem Informasi Akademik berbasis WEB, berupa pengamanan menggunakan OTP (*One Time Password*) yang di bangkitkan dengan *Hash MD5* yang menghasilkan sebuah kode lewat SMS untuk otentikasi.

Aplikasi OTP menggunakan masukan untuk *hash MD5* dari tabel mahasiswa yang diambil adalah field NIM (untuk Admin dari tabel User), No telp, dan waktu akses. Hasil dari fungsi *hash* tersebut menghasilkan 32 digit bilangan hexadesimal, selanjutnya diambil enam digit dari bilangan tersebut. Enam digit bilangan hexadesimal tersebut yang dikirimkan sebagai OTP secara otomatis dengan layanan aplikasi Gammu berupa SMS dan juga disimpan dalam tabel. OTP yang dikirimkan kepada pengguna akan dicocokkan dengan yang tersimpan dalam tabel untuk mengecek validitasnya. Apabila cocok antara OTP yang dikirimkan dengan yang tersimpan dalam tabel, maka pengguna baru bisa mengakses Sistem Informasi Akademik (SIKAD).

OTP yang dihasilkan adalah untuk otentifikasi pengamanan akun pengguna SIKAD setelah Login dengan memasukkan *username* dan *password*. Waktu aktif untuk pengamanan login dengan OTP berbasis SMS selama tiga menit, pembatasan tersebut adalah untuk mempersempit waktu hacker untuk menyadap dan menyusup. Selain itu juga sesuai dengan uji coba yang telah dilakukan dengan beberapa layanan operator selular di Indonesia.

*Kata Kunci* : Gammu, Hash MD5, OTP, Pengamanan Login, Sistem Informasi Akademik (SIKAD), SMS.

## 1. Pendahuluan

### A. Latar Belakang

Sistem Informasi Akademik (SIA) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menyajikan informasi dan menata administrasi yang berhubungan dengan kegiatan akademis. Dengan penggunaan perangkat lunak seperti ini diharapkan kegiatan administrasi akademis dapat dikelola

dengan baik dan informasi yang diperlukan dapat diperoleh dengan mudah dan cepat [13].

Disatu sisi sistem informasi menguntungkan dan dapat meningkatkan kinerja dari semua komponen organisasi, tetapi dari sisi yang lain terutama dari sisi keamanan sistem informasi yang berbasis web sangat rawan untuk di sadap oleh pihak yang tidak berkepentingan.

Banyak metode yang sering digunakan oleh hacker untuk dapat mengetahui username dan password dari sebuah akun (account). Akun yang dimaksud di sini dapat berupa akun apa saja, seperti akun email, akun jejaring sosial, akun messenger, dan lain sebagainya. Salah satu cara yang digunakan hacker untuk mengetahui informasi akun seseorang adalah sniffing. Sniffing atau dalam konteks pencurian password sering disebut password sniffing adalah suatu teknik pencurian password dengan bantuan perangkat lunak dengan mengambil informasi remote login seperti username dan password [17].

Pesan dikirimkan dengan cara *Multi-channel* otentikasi, yaitu proses memanfaatkan lebih dari satu saluran komunikasi untuk pengamanan identitas pengguna. Sekarang ini dimungkinkan untuk menggunakan koneksi antara ponsel dan komputer, yang bisa berkomunikasi dengan server otentikasi di Internet misalnya untuk memulai proses otentikasi. Respon terhadap permintaan otentikasi dapat dikirim pada saluran lain ke pengguna, misalnya menggunakan pesan SMS. Pengguna kemudian bisa menyelesaikan proses otentikasi dengan menanggapi dengan SMS atau dengan mengirimkan pesan melalui Web [16]. Generalisasi algoritma OTP biasanya memanfaatkan algoritma acak. Hal ini diperlukan agar OTP tidak dapat diprediksi dikemudian hari [1]. Penggunaan SMS sebagai OTP yang tidak menggunakan algoritma yang kuat seperti hanya menggunakan bilangan acak juga besar kemungkinan bisa ditebak apabila hanya sebatas bilangan random saja. Untuk membangkitkan OTP sebaiknya menggunakan algoritma yang kuat dan tidak mudah ditebak dan tidak mungkin menghasilkan OTP yang sama seperti HASH MD5. Pengiriman pesan dengan SMS ini lebih mudah diterapkan dibandingkan dengan menerima pesan dengan menggunakan aplikasi seperti J2ME. Karena pengguna tidak perlu memasang aplikasi untuk menerima pesan otentikasi tersebut.

## B. Identifikasi Masalah

Permasalahan pada penelitian ini adalah akses untuk masuk ke dalam SIAKAD yang dilakukan oleh yang tidak berhak. Orang yang tidak berhak tersebut menggunakan aplikasi untuk *Sniffing* pada jaringan untuk mendapatkan akun login, yang selanjutnya digunakan tidak sebagaimana mestinya. Penggunaan OTP berbasis SMS tapi hanya sebatas menggunakan pembangkitan bilangan acak yang kurang kuat algoritmanya dan bisa ditebak bila ditemukan kuncinya.

## C. Penelitian sebelumnya

Dua faktor otentikasi menggunakan perangkat seperti kartu token dan ATM. Penelitian ini telah menyelesaikan masalah kata sandi dan telah terbukti sulit untuk di *hack*. Dua faktor otentikasi (T-FA) atau (2FA) adalah sistem dimana dua faktor yang berbeda yang digunakan bersama untuk otentikasi. Metode yang diusulkan menjamin bahwa otentikasi ke layanan, seperti belanja online, dilakukan dengan cara yang sangat aman. Sistem ini menggunakan OTP (*One Time Password*) dan Algoritma *password* dinamis untuk cara otentikasi kedua. OTP digunakan sebagai informasi untuk otentikasi berupa SMS ke pengguna sebagai bagian dari proses login. Input yang digunakan untuk membuat OTP adalah *Time*, *Counter* dengan HMAC. Aplikasi untuk membaca OTP menggunakan J2ME pada telepon seluler dan Algoritma yang digunakan untuk pembangkitan OTP dengan Algoritma 3DES. Penelitian ini memiliki kekurangan pada sisi client, untuk mengakses *client* harus menggunakan aplikasi berbasis J2ME. Hal ini tentu akan mempersulit client apabila tidak memiliki aplikasi tersebut untuk mengakses ke *server* [5].

Permasalahan *password* untuk otentikasi tidak lagi cukup dan model otentikasi yang kuat yang diperlukan seperti menggunakan perangkat seperti token dan kartu ATM. *Password* yang digunakan agar lebih aman bagi pengguna tetapi tidak mahal bagi penyedia layanan untuk menyediakannya. Untuk menghindari penggunaan perangkat tambahan maka ponsel diadopsi sebagai keamanan token. Salah satu model otentikasi yang digunakan yaitu dengan solusi *One-Time Password* (OTP) yang diimplementasikan untuk memverifikasi penggunaannya. Dalam tulisan ini ada beberapa solusi otentikasi yang berbeda menggunakan ponsel sebagai tanda otentikasi. Input yang digunakan untuk membangkitkan OTP adalah *Username*, PIN, Jam, Menit, Hari, tahun/bulan/tanggal, UPIF (*User Personal Identification Factor*). Aplikasi yang digunakan untuk akses oleh pengguna untuk memperoleh OTP adalah berbasis J2ME pada telepon seluler. Algoritma yang digunakan adalah MD5 atau SHA dengan mengirimkan OTP sebanyak 14 karakter yang berlaku selama 10 menit [12]. Penelitian ini memiliki kekurangan yaitu karakter OTP yang terlalu panjang yaitu sebanyak 14 karakter. Selain itu waktu aktif OTP selama 10 menit yang terlalu lama. Kelemahan lainnya adalah pada sisi client, untuk mengakses client harus menggunakan aplikasi berbasis J2ME. Hal ini tentu akan mempersulit client apabila tidak memiliki aplikasi tersebut untuk mengakses ke *server*. Kelebihannya adalah pada algoritma yang digunakan

untuk membangkitkan OTP adalah dengan Hash MD5 atau SHA yang lebih baik dibandingkan dengan *Random Generator*.

Penggunaan *One Time Password* yang akan diimplementasikan mampu untuk mengatasi keamanan login. *Password* yang sebelumnya menggunakan satu *username* dan satu *password* akan ditambah lagi dengan satu *random password* yang dikirimkan ke ponsel pengguna yang akan melakukan login. Kesimpulan yang disampaikan dalam penelitian ini adalah bahwa pembuatan sistem login seperti ini sangatlah penting untuk mendukung keamanan dalam mengakses suatu layanan baik yang berbasis web, lokal ataupun aplikasi. Semakin banyak layanan yang menggunakan fasilitas ini, maka diharapkan akan mengurangi kasus-kasus yang merugikan banyak pihak baik kerugian materi maupun moral. *Static password* yang diinput pada halaman login akan diproses di database dan kemudian *server* men-generate *Random Password* yang kemudian dikirimkan ke ponsel pengguna. Data dikirimkan berdasarkan nomor ponsel yang telah didaftarkan di database [1]. Penelitian ini memiliki kekurangan yaitu dalam algoritma yang digunakan untuk membangkitkan OTP yaitu *Random Password* yang suatu saat akan kehabisan seed dan mudah untuk ditebak.

Kelebihan dari sistem otentikasi *one time password* yang mengacu pada standar RFC 2289 yang dibangun dengan menggunakan teknologi *Java 2 Micro Edition* pada sisi klien dan teknologi komponen dengan standar *interface COM (Common Object Model)* pada sisi *server* [4]. Penelitian ini memiliki kekurangan pada sisi *client*, untuk mengakses *client* harus menggunakan aplikasi berbasis J2ME. Hal ini tentu akan mempersulit *client* apabila tidak memiliki aplikasi tersebut untuk mengakses ke *server*.

Metode pelaksanaan dua faktor otentikasi menggunakan SMS OTP (*One Time Password*) berbasis SMS untuk mengamankan transaksi elektronik. Metode yang diusulkan menjamin transaksi dikonfirmasi di layanan, seperti online banking, e-shopping atau mesin ATM. Sistem tersebut membangkitkan dan mengirimkan *One Time Password* (OTP) ke ponsel dalam bentuk SMS. *One Time Password* (OTP) yang dihasilkan hanya berlaku untuk jangka waktu singkat selama 10 menit yang telah ditetapkan untuk pengguna. Algoritma yang digunakan untuk menghasilkan dan memverifikasi menggunakan Algoritma *Secured Cryptographic* [8]. Penelitian ini memiliki kekurangan yaitu dalam algoritma yang digunakan untuk membangkitkan OTP yaitu *Secured Cryptographic* dengan *Random Password* yang

suatu saat akan kehabisan seed dan mudah untuk ditebak.

## 2. Teori, Model, Analisa, Desain dan Implementasi

### A. Teori

#### 1. Keamanan Komputer

Keamanan komputer meliputi beberapa aspek diantaranya:

- Authentication*: agar penerima informasi dapat memastikan keaslian pesan tersebut datang dari orang yang dimintai informasi. Dengan kata lain informasi tersebut benar-benar dari orang yang dikehendaki.
- Integrity*: keaslian pesan yang dikirim melalui sebuah jaringan dan dapat dipastikan bahwa informasi yang dikirim tidak dimodifikasi oleh orang yang tidak berhak dalam perjalanan informasi tersebut.
- Nonrepudiation*: merupakan hal yang bersangkutan dengan si pengirim. Si pengirim tidak dapat mengelak bahwa dialah yang mengirim informasi tersebut.
- Authority*: informasi yang berada pada sistem jaringan tidak dapat dimodifikasi oleh pihak yang tidak berhak atas akses tersebut.
- Confidentiality*: merupakan usaha untuk menjaga informasi dari orang yang tidak berhak mengakses. *Confidentiality* biasanya berhubungan dengan informasi yang diberikan kepada pihak lain.
- Privacy*: merupakan lebih ke arah data-data yang sifatnya pribadi.
- Availability*: aspek *availability* atau ketersediaan berhubungan dengan ketersediaan informasi ketika dibutuhkan. Sistem informasi yang diserang atau dijebol dapat menghambat atau meniadakan akses ke informasi.
- Access control*: aspek ini berhubungan dengan cara pengaturan akses kepada informasi. Hal itu biasanya berhubungan dengan masalah *authentication* dan juga *privacy*. *Access control* seringkali dilakukan menggunakan kombinasi user id dan *password* atau dengan menggunakan mekanisme lainnya [2].

#### 2. Berdasarkan bagaimana cara dan posisi seseorang mendapatkan pesan-pesan dalam saluran komunikasi, penyerangan dapat dikategorikan menjadi:

- Sniffing*: secara harafiah berarti mengendus, tentunya dalam hal ini yang diendus



adalah pesan (baik yang belum maupun yang sudah dienkripsi) dalam suatu saluran komunikasi. Hal tersebut umum terjadi pada saluran publik yang tidak aman. Sang pengendus dapat merekam pembicaraan yang terjadi.

- b. *Replay Attack*; jika seseorang bisa merekam pesan-pesan *handshake* (persiapan komunikasi), ia mungkin dapat mengulang pesan-pesan yang telah direkamnya untuk menipu salah satu pihak.
- c. *Spoofing*; Penyerang, misalnya C, bisa menyamar menjadi A. semua orang dibuat percaya bahwa C adalah A. penyerang berusaha meyakinkan pihak-pihak lain bahwa tak ada yang salah dengan komunikasi yang dilakukan, padahal komunikasi itu dilakukan dengan sang penipu/penyerang. PIN ke dalam *Card Acceptance Device* (CAD) – yang benar-benar dibuat seperti CAD asli – tentu sang penipu bisa mendapatkan PIN pemilik *smartcard*. Pemilik *smartcard* tidak tahu bahwa telah terjadi kejahatan.
- d. *Man-in-the-middle*; jika *spoofing* terkadang hanya menipu satu pihak, maka dalam skenario ini saat A hendak berkomunikasi dengan B, C di mata A seolah-olah adalah B, dan C dapat pula menipu B sehingga C seolah-olah adalah A. C dapat berkuasa penuh atas jalur komunikasi dan bisa membuat berita fitnah [2].

### 3. One Time Password

*One Time Password* (OTP) adalah sebuah *password* yang hanya berlaku untuk sesi login tunggal atau transaksi tunggal [17].

Secara umum, algoritma dari OTP dibuat secara *random*. Namun terdapat tiga pendekatan utama dalam proses *generate* OTP, yaitu:

- a. Berdasarkan “*time-synchronization*” antara otentikasi *server-client* yang menyediakan *password* (OTP akan bersifat valid bila dalam periode waktu yang singkat).
- b. Berdasarkan “*mathematical algorithm*” yang memungkinkan generalisasi suatu *password* baru berdasarkan *password* sebelumnya.
- c. Berdasarkan “*mathematical algorithm*”, *password* baru didasari oleh suatu tantangan (misalnya : penetapan nilai suatu *password* secara *random* akan ditentukan oleh server atau detail transaksinya) [17].

### 4. Fungsi Hash MD5.

Fungsi *hash* satu-arah (*One-way Hash*) adalah fungsi *hash* yang bekerja dalam satu arah, pesan yang sudah diubah menjadi *message digest* tidak dapat dikembalikan lagi menjadi pesan semula. Dua pesan yang berbeda akan selalu menghasilkan nilai *hash* yang berbeda. Sifat-sifat fungsi *hash* satu-arah adalah sebagai berikut :

- a. Fungsi *H* dapat diterapkan pada blok data berukuran berapa saja.
- b. *H* menghasilkan nilai (*h*) dengan panjang tetap (*fixed-length output*).
- c. *H(x)* mudah dihitung untuk setiap nilai *x* yang diberikan.
- d. Untuk setiap *h* yang diberikan, tidak mungkin menemukan *x* sedemikian sehingga  $H(x)=h$ .
- e. Untuk setiap *x* yang diberikan, tidak mungkin mencari  $y \neq x$  sedemikian sehingga  $H(y)=H(x)$ .
- f. Tidak mungkin (secara komputasi) mencari pasangan *x* dan *y* sedemikian sehingga  $H(x)=H(y)$ .

MD5 merupakan fungsi *Hash* yang sering digunakan untuk mengamankan suatu jaringan komputer dan Internet yang sengaja dirancang dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Keamanan: hal ini tidak bisa dielakkan bila suatu sistem algoritma tidak bisa dipecahkan. Serangan yang sering digunakan untuk menjebol algoritma *Hash* adalah serangan *Brute Force*.

*Brute Force* merupakan metode yang cukup terkenal. Sebab pengguna dapat menunggu program bekerja dengan sendiri mencari *password*. Tapi sebelum itu supaya proses berjalan lebih cepat maka sebagai penembus pengguna perlu menetapkan kira-kira karakter apa saja yang terdapat dalam *password* yang dicari, dan program akan mencari kombinasi yang tepat. Semakin banyak kombinasi karakter dan semakin panjang *password* yang dicari maka memerlukan waktu yang lebih lama. Dapat juga dikatakan metode ini sebagai metode manual dimana pengguna mencoba sebuah *password* dan program mengetesnya untuk pengguna apakah benar atau tidak, hanya saja dilakukan oleh program. Namun metode ini juga memiliki tingkat kebenaran yang lebih tinggi dibandingkan yang lainnya [19].

- b. Kecepatan: software yang digunakan memiliki kecepatan yang tinggi karena berdasarkan pada sekumpulan manipulasi *operand* 32 bit.
- c. Simple: tanpa menggunakan struktur data yang kompleks.

MD5 mengolah input yang berbentuk blok 512 bit yang dibagi dalam 16 bentuk sub-blok yang masing-masing berukuran 32 bit, sedangkan output terdiri dari 4 blok yang berukuran 32 bit dari 4 blok output yang digabungkan menjadi 128 bit[6].

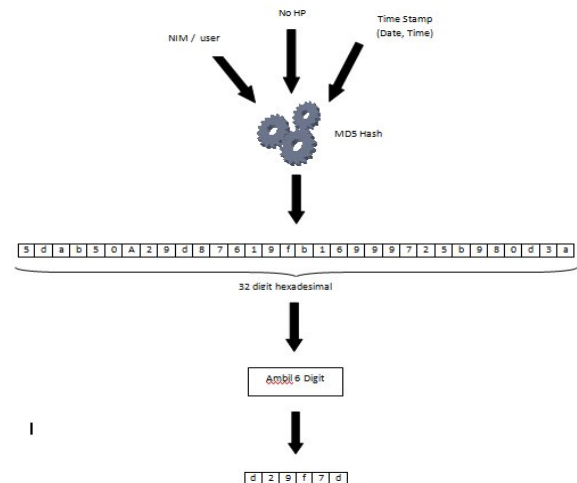
Algoritma ini akan digunakan dalam penelitian untuk membangkitkan OTP yang dikirimkan berupa SMS untuk otentifikasi akses ke SIAKAD. OTP yang di dibangkitkan masukannya berupa NIM (untuk admin diambil field User), No telp pengguna dari tabel mahasiswa dan waktu akses.

#### 5. Gammu

Gammu adalah sebuah aplikasi *cross-platform* yang digunakan untuk menjembatani / mengkomunikasikan antara *database SMS Gateway* dengan *sms devices*. Aplikasi Gammu digunakan pada saat pembangkitan OTP yang akan dikirimkan ke user. Aplikasi *Gammu* berupa daemon yang berjalan secara background. Setiap saat, gammu memonitor sms devices dan *database sms gateway*. Saat ada sms masuk ke sms devices, maka gammu langsung memindahkannya ke dalam inbox dalam *database sms gateway*. Sebaliknya saat Aplikasi Pengirim SMS memasukkan sms ke dalam outbox dalam database sms gateway, maka gammu mengirimkannya melalui *sms devices*, dan memindahkan sms ke *sentitem* dalam database [11].

### B. Desain

Untuk menerapkan model yang diusulkan dalam penelitian ini kami mengembangkan Sistem Informasi Akademik dengan login menggunakan OTP dengan hash MD5. Arsitektur dari sistem dijelaskan dalam gambar 1.

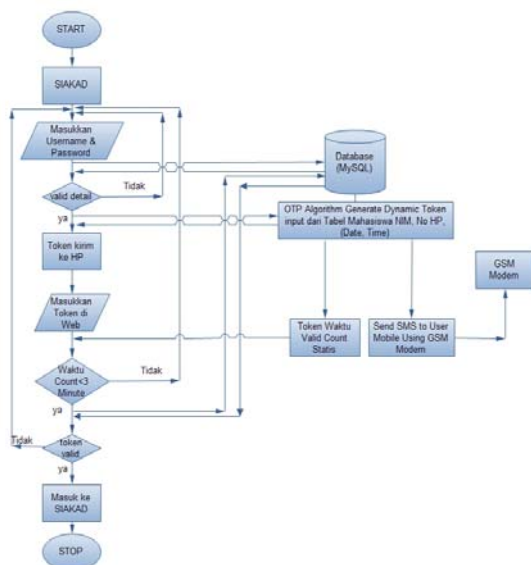


Gambar 1. Input, Proses dan Output dari hash MD5 untuk OTP

Tahapan masukan, proses dan hasil OTP sebagai berikut :

1. Input yang diperoleh dari data mahasiswa atau user yang berupa NIM (Username untuk user sebagai Admin) , No HP dan Time Stamp (tanggal dan jam akses) kemudian di lakukan hash dengan MD5.
2. Hash yang dihasilkan adalah 32 digit yang berisi bilangan hexadesimal
3. Mengambil enam digit yang diperoleh secara acak dari hasil hash yang selanjutnya akan dikirimkan sebagai OTP (token) secara otomatis kepada user berupa sms dan disimpan dalam tabel OTP.

Skema aplikasi pengamanan login dengan OTP berbasis SMS dengan hash MD5 seperti pada gambar 2. berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alur Proses Pengamanan Login dengan OTP

### C. Implementasi

Dengan menggunakan *browser* atau program peramban, desain program ditampilkan. Dalam hal ini digunakan *browser* yaitu mozilla firefox. Tampilan halaman utama *website* dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan utama website dengan form login

Kemudian ditambahkan OTP berbasis SMS dengan fungsi *hash* MD5 untuk pengamanan login yang dikirimkan kepada user berupa SMS secara otomatis, selanjutnya pengguna harus memasukkan OTP tersebut dalam halaman aktivasi OTP seperti pada gambar 4.

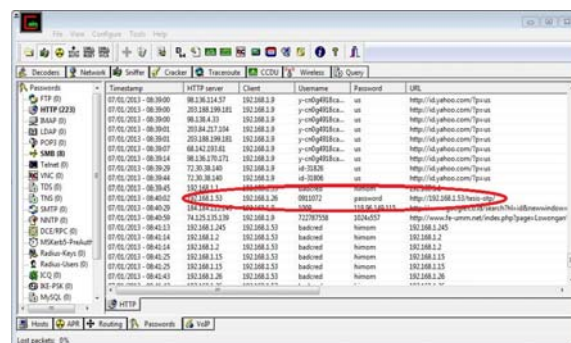


Gambar 4. Halaman Input Kode OTP

Apabila selama tiga menit user belum memasukkan OTP, maka akan kembali ke halaman login lagi seperti pada gambar 3.

### 3. Hasil

Pada saat user mengakses halaman login seperti gambar 3 dengan memasukkan username dan password, di jalankan juga program *Cain and Abel* untuk mengetahui data yang ditransfer tersebut. Pada saat melakukan *login* pada form standar, di dapatkan data pada *Cain and Abel* adalah username=0911071 dan password=password seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Cain n Abel pada form login

Data ini menunjukkan bahwa *form login* standar melakukan transfer data tanpa melakukan tindakan pengamanan apapun. Dengan demikian mudah diketahui bahwa *user-id* yang digunakan untuk *login* adalah **0911072** dengan password = **password**.

Selanjutnya dengan penambahan pengamanan kedua yaitu berupa OTP yang dikirimkan berupa SMS kepada user, maka penyadap hanya bisa memperoleh data username dan password saja. Hal tersebut karena penyadap hanya bisa melakukan penyadapan pada jaringan komputer saja, sedangkan untuk melakukan penyadapan pada jaringan selular masih dianggap sulit dilakukan.

Berikut ini adalah hasil percobaan yang telah dilakukan dengan menggunakan beberapa operator selular di Indonesia yang bisa dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Hasil percobaan dengan beberapa operator selular untuk user untuk menerima OTP**

No	Percobaan n kali	Waktu kirim rata-rata (m.s.ms)	Operator yang digunakan oleh user
1	5	00.23.15	Telkomsel/As
2	5	00.25.80	Indosat/m3
3	5	00.16.52	Indosat/mentari
4	5	00.24.45	smartfren
5	5	00.24.08	Telkomsel/Simpat
6	5	00.19.98	XL

Waktu tiga menit diambil berdasarkan hasil percobaan yang rata-rata waktu pembangkitan OTP sampai dengan diterima di ponsel user tidak sampai dengan satu menit. Waktu aktif OTP yang rata-rata dibulatkan satu menit ditambahkan dengan dua kali waktu rata-rata menjadi tiga menit. Waktu tiga menit tersebut adalah waktu yang tidak terlalu lama bagi penyusup atau penyadap untuk meretas.

Pengujian pengamanan login dengan OTP dilakukan dengan metode blackbox, dimana yang diuji adalah masukan dan hasil yang diinginkan. Dalam pengujian ini digunakan *username* **1211002** dan *password* **binapatria** dan waktu antara nol sampai dengan lima menit.

**Tabel 2. Hasil pengujian pengamanan login dengan metode Blackbox**

No	Input Username	Input Password	OTP	Waktu	login	Validitas (username, password, waktu aktif SMS OTP 3 menit)
1	1211002	stmik	-	0 menit 0 detik	gagal	Valid
2	1211002	stmik	-	1 menit 0 detik	gagal	Valid
3	1211002	stmik	-	2 menit 0 detik	gagal	Valid
4	1211002	stmik	-	2 menit 58 detik	gagal	Valid
5	1211002	stmik	-	4 menit 0 detik	gagal	Valid
6	1211002	stmik	-	5 menit 0 detik	gagal	Valid
7	1211002	binapatria	-	0 menit 0 detik	gagal	Valid
2	1211002	binapatria	OTP sesuai SMS yg masuk	1 menit 0 detik	berhasil	Valid
3	1211002	binapatria	OTP sesuai SMS yg masuk	2 menit 0 detik	berhasil	Valid
4	1211002	binapatria	OTP sesuai SMS yg masuk	2 menit 58 detik	berhasil	Valid
4	1211002	binapatria	OTP sesuai SMS yg masuk	3 menit 0 detik	gagal	Valid
5	1211002	binapatria	OTP sesuai SMS yg masuk	4 menit 0 detik	gagal	Valid
6	1211002	binapatria	OTP sesuai SMS yg masuk	5 menit 0 detik	gagal	Valid

## 4. Kesimpulan

Pengamanan login yang lebih baik adalah dengan penambahan OTP (One Time Password) setelah login dan enkripsi dengan hash MD5 untuk pembangkitan OTP nya. Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan metode yang digunakan antara lain OTP dengan Hash MD5 memiliki hasil yang tidak mungkin sama sehingga sulit ditebak oleh *hacker*, apalagi yang menjadi masukan untuk pembangkitan OTP berasal dari NIM, (User untuk Admin), No Telp dan waktu pada waktu akses yang ketiganya adalah unik. OTP yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah untuk otentifikasi pengamanan *login* SIAKAD setelah memasukkan *username* dan *password*. Waktu tiga menit sudah dirasakan cukup untuk mendapatkan SMS yang berisi OTP (*token*) sesuai dengan layanan SMS di Indonesia. *Client Side* tidak perlu aplikasi khusus untuk berkomunikasi dengan Server untuk melakukan proses otentikasi, tetapi cukup dengan *browser* biasa dan OTP nya akan dikirimkan ke ponsel berupa SMS.

## Daftar Pustaka

- [1] C. Akbar, Implementasi One Time Password pada Otentikasi Login via SMS”, website :<http://repository.politeknitelkom.ac.id/Proyek%20Akhir/Abstract/TK/Implementasi%20One%20Time%20Password%20pada%20Otentikasi%20Login%20via%20SMS.pdf> diakses tanggal 18 Juli 2012
- [2] D. Ariyus, “*Computer Security*”, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [3] C. Easttom, “*Computer Security Fundamentals*”, Pearson, Indianapolis, USA, 2011.
- [4] R. Lazuardi, “Perancangan Dan Pembuatan Perangkat Lunak Sistem Autentifikasi One Time Password Menggunakan Teknologi J2ME”, Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010.
- [5] R. Mohan and N. Partheeban, “*Secure Multimodal Mobile Authentication Using One Time Password*”. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) 1 (1), 131-136, 2012.
- [6] R. Munir, “Kriptografi, Informatika, Bandung, 2006.
- [7] A. Nugroho, “Analisis dan perancangan sistem informasi dengan metodologi berorientasi objek”, Informatika, Bandung, 2002.
- [8] L. Jose and D. Parameswari, Website : <http://www.jcaksrce.org/ssubmenu.php?id=113>, Journal of Computer Applications Volume 4 Issue 4, diakses tanggal 12 Februari 2012.

- [9] K. Peranginangin, “Aplikasi WEB dengan PHP dan MySQL”, CV Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
- [10] R.S. Pressman, “Rekayasa Perangkat Lunak”. Yogyakarta, Andi, 2002.
- [11] A. Ramadhika, SMS Gateway menggunakan Gammu dan MySQL”, Website, [http://www.ubaya.ac.id/ubaya/articles\\_detail/33/SMS-Gateway-menggunakan-Gammu-dan-MySQL.html](http://www.ubaya.ac.id/ubaya/articles_detail/33/SMS-Gateway-menggunakan-Gammu-dan-MySQL.html)) diakses tanggal 5 Mei 2012.
- [12] T.V.N. Rao, and K.Vedavathi, “*Authentication Using Mobile Phone as a Security Token*”, IJCSET 1 (9) 569-574, 2011.
- [13] K.I. Satoto, “Analisis Keamanan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi”, Yogyakarta, Desember 13, 175 – 186, 2008.
- [14] J. Simarmata, “Pengamanan Sistem Komputer”, Andi, Yogyakarta, 2006.
- [15] Sofwan dkk, “Aplikasi Kriptografi Dengan Algoritma Message Digest 5 (MD5) ”, Transmisi, Vol. 11, No. 1, 22 – 27, 2006.
- [16] W. Stalling, “*Cryptography and Network Security Principles and Practices*”, Fourth Edition, Prentice Hall, 2005.
- [17] J. Wang, “*Computer Network Security Theory and Practice*”, Higher Education Press, Beijing, 2009.
- [18] V. Vega & A. Yuliyanti, “*Modified Authentication Using One-Time Password to Support Web Services Security*”. Universitas Gunadarma, 2008.
- [19] E.Z. Zam, “Menembus Keamanan Komputer”, Penerbit Gava Media, Yogyakarta, 2008.

### [CV Penulis]

**Kartika Imam Santoso**, menyelesaikan studi D3 Manajemen Informatika di Politeknik JAWA DWIPA Semarang pada tahun 1994. Kemudian melanjutkan S1 bidang Ekonomi Manajemen di Universitas Muhammadiyah Magelang yang lulus pada tahun 1999. Kemudian transfer ke S1 Sistem Informasi di STMIK BINA PATRIA Magelang dan lulus pada tahun 2007. Selanjutnya menyelesaikan S2 Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro Komputer pada tahun 2013. Mulai tahun 1999 sampai sekarang menjadi Dosen di STMIK BINA PATRIA Magelang. Jabatan yang pernah dijabat adalah Ka.BAAK, Pembantu Ketua 1 dan sekarang menjabat sebagai Pembantu Ketua 2.

# ANALISIS KINERJA ALGORITMA REDUKSI SIKLIS UNTUK SISTEM PERSAMAAN LINIER DENGAN MATRIKS TRIDIAGONAL BERBASIS PVM

Tri Prabawa

*Program Studi Teknik Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta  
Jl. Raya Janti 143, Yogyakarta 55198  
E-mail : tprabawa@akakom.ac.id*

## Abstrak

Model matematika sistem persamaan linier  $Au = d$ , dengan matriks koefisien  $A$  berupa matriks tridiagonal, diantaranya merupakan hasil diskritisasi persoalan yang berbentuk persamaan differensial parsial dengan metode beda hingga atau elemen hingga.

Tulisan ini membahas salah satu alternatif solusi sistem persamaan tersebut, dengan metode reduksi siklis pada sistem multiprosesor (model pemrosesan paralel). Ide dasar metode reduksi siklis adalah menurunkan baris-baris independen dengan cara reduksi baris berindeks ganjil atau genap. Tujuan utama pemrosesan paralel adalah untuk mereduksi waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah yang sebelumnya dipandang terlalu besar. Sehingga perlu didefinisikan suatu besaran yang merupakan ukuran peningkatan kecepatan (*speed-up*) yang sebenarnya dan tingkat efisiensinya. Pemecahan masalah pada sistem komputasi paralel, adalah mencari letak paralelisme dari permasalahan tersebut, dengan cara melakukan dekomposisi secara algoritmik atau geometrik, sehingga dapat diidentifikasi karakteristik paralelisasinya. Algoritma ini diuji-cobakan pada model mesin pemrosesan paralel berbasis parallel virtual machine (PVM).

Karakteristik kinerja algoritma paralel dapat dilihat dari pengukuran peningkatan kecepatan (*speed-up*), dan tingkat efisiensi. Peningkatan kecepatan berkisar 1,685 (2 prosesor) sampai dengan 4,224 (8 prosesor). Rasio waktu komputasi dan komunikasi tertinggi mencapai 10,503 (2 prosesor) dan terendahnya 1,164 (8 prosesor). Namun sebaliknya dengan bertambahnya jumlah prosesor yang dipakai terjadi penurunan efisiensi, tingkat efisiensi mencapai 88,38% (2 prosesor) dan terendah 35,58% (8 prosesor).

Kata kunci: Sistem Persamaan Linier (SPL), Sistem tridiagonal, PVM, reduksi siklis, *speed-up*, dan efisiensi.

## 1. PENDAHULUAN

Tulisan ini membahas tentang penyelesaian sistem persamaan linier  $Au = d$ , dengan  $A$  matriks tridiagonal dengan pendekatan komputasi paralel. Persoalannya adalah mencari vektor  $u$  yang memenuhi sistem persamaan  $Au = d$ . Model tersebut banyak dijumpai sebagai hasil diskritisasi suatu persamaan differensial parsial (PDP) dengan memakai metode beda hingga atau elemen hingga dengan kondisi syarat batas tertentu [9].

Komputasi paralel adalah salah satu teknik/cara melakukan komputasi secara bersamaan dengan memanfaatkan beberapa alat pemroses (prosesor) independen secara bersamaan [8]. Dalam arti sederhana, komputasi paralel adalah penggunaan beberapa sumber daya secara bersamaan untuk memecahkan masalah komputasi, yang meliputi antara lain: menggunakan beberapa prosesor, suatu

masalah dipecah menjadi bagian-bagian terpisah yang dapat diselesaikan secara bersamaan pada prosesor yang berbeda.

Komputasi paralel dikerjakan karena mengacu pada konsep untuk mempercepat waktu eksekusi program dengan cara membagi program dan data menjadi beberapa bagian yang dapat diselesaikan secara bersamaan pada prosesor berbeda. Jika waktu komputasi yang digunakan bersama-sama untuk memecahkan masalah lebih besar, maka waktu yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah secara paralel dapat dikurangi secara signifikan.

Komputer paralel adalah suatu perangkat komputer yang mempunyai sejumlah alat pemroses (disebut prosesor) yang saling bekerja sama dalam suatu koordinasi program kendali [1]. Adanya arsitektur seperti ini memungkinkan suatu masalah diselesaikan secara paralel. Dalam menggunakan

arsitektur komputer yang demikian maka kecepatan algoritma sangat ditentukan oleh jumlah prosesor yang dipakai serta pola hubungan interkoneksi antara prosesor yang satu dengan yang lain.

Namun demikian hingga saat ini komputer sistem multiprocessor masih jarang dan mahal harganya. Sebagai salah satu alternatif penyelesaiannya dengan menggunakan mesin paralel semu. Mesin ini sebenarnya adalah jaringan komputer yang dikendalikan oleh sebuah perangkat lunak yang mampu mengatur pengalokasian proses-proses komputasi kepada prosesor-prosesor yang tersebar dalam jaringan tersebut.

*Parallel Virtual Machine* (disingkat PVM) adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk pembuatan jaringan komputer paralel. Perangkat lunak ini didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan sebuah jaringan komputer yang heterogen yang terdiri atas beberapa mesin pemroses dapat digunakan sebagai sebuah prosesor paralel terdistribusi, yang mana sistem ini dapat dijalankan pada sistem operasi Windows atau Unix [12].

Kemampuan untuk menyatukan sumber daya yang beragam di bawah kontrol pusat memungkinkan penggunaan PVM untuk membagi masalah menjadi sub-masalah dan menetapkan masing-masing bagian akan dapat dieksekusi pada arsitektur prosesor yang didasarkan pada model *message-passing*.

## 2. DASAR TEORI

Dalam beberapa dekade terakhir, penyelesaian masalah dengan penggunaan model matematika menjadi populer, karena teknik ini banyak dipakai dalam pemodelan dari pelbagai persoalan nyata. Dengan model matematika diharapkan bentuk persoalannya menjadi jelas dan sederhana, serta metode dan analisisnya lebih dapat dipertanggungjawabkan. Diberikan suatu sistem persamaan linier dari sistem tridiagonal  $Au = d$ , dengan  $A$  matriks tridiagonal dan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} b_1 & c_1 & & & \\ a_2 & b_2 & c_2 & & \\ & \dots & \dots & \dots & \\ & & \dots & \dots & \dots \\ 0 & a_{n-1} & b_{n-1} & c_{n-1} & \\ & & a_n & b_n & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ u_{n-1} \\ u_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ d_{n-1} \\ d_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

Persoalannya adalah mencari vektor  $u$  yang memenuhi sistem persamaan  $Au = d$ . Solusi analitis

sistem persamaan tersebut ada dan dapat ditulis sebagai  $u = A^{-1} d$ , jika matriks  $A$  nonsingular [9]. Pada umumnya, kecuali dalam hal yang amat sederhana, penyelesaian secara analitik dari suatu persamaan differensial parsial sulit diperoleh, sehingga perlu dicari solusi numeriknya sebagai alternatif jawaban [4],[7].

Meskipun solusi numerik memerlukan banyak perhitungan, namun pada perkembangannya metode numerik telah memberikan hasil yang berarti, terutama setelah didukung dengan pemakaian perangkat komputer digital. Kebutuhan akan kecepatan penyelesaian masalah menjadi amat penting terutama untuk persoalan yang cukup besar dan kompleks, serta informasinya segera diperlukan. Penyelesaian yang diinginkan dapat dikerjakan secara cepat, dengan kontribusi komputer, dan jika memungkinkan diproses secara paralel [3].

Sistem persamaan (1) dapat diselesaikan baik secara langsung maupun iteratif. Penyelesaian secara langsung memerlukan  $\theta(n^2)$  flops sedangkan iteratif  $\theta(n)/\text{langkah}$  dan menjadi mahal jika terjadi konvergensi yang lambat [7].

### Metode Reduksi Siklis Untuk Sistem Tridiagonal

Karena matriks koefisien memiliki struktur yang spesifik, maka dimungkinkan pemakaian metode lain yang penyelesaiannya dapat dikerjakan secara paralel [5]. Metode yang dibahas adalah metode reduksi siklis. Untuk menyederhanakan persoalan pada kasus ini akan ditinjau elemen matriks berupa tridiagonal konstan simetri. Maka dengan tidak menghilangkan sifat umum sistem tersebut, sistem (1) dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} b & a & & & \\ a & b & a & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & a & b & a & \\ & & a & b & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ u_{n-1} \\ u_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ d_{n-1} \\ d_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

ide dasar metode reduksi siklis adalah menurunkan baris-baris independen dengan cara reduksi pada baris yang berindeks ganjil atau genap. Metode ini cocok dikembangkan untuk matriks berukuran  $n = 2^m - 1, 2^m, 2^m + 1$ .

Secara umum prosedur metode reduksi siklis dapat diturunkan sebagai berikut:

Perhatikan 3 baris yang berdekatan, yaitu baris ke  $i-1$ ,  $i$ , dan  $i+1$

$$\begin{array}{ccc} i-1 & a & b \\ i & a & b \\ i+1 & a & b \end{array} \quad (3)$$

secara singkat bentuk (3) dapat dinyatakan dengan (..... a, b, a, .....). Dengan melakukan operasi baris elementer terhadap baris tengahnya, yaitu baris i dikalikan dengan konstanta b, kemudian ditambahkan dengan -a kali jumlahan baris ke i-1 dan i+1, maka diperoleh bentuk

$$\begin{array}{ccc} i-1 & a & b \\ ia^{[1]} & 0 & b^{[1]} \\ i+1 & a & b \end{array} \quad (4)$$

dengan memperhatikan baris tengah (4) diperoleh sistem persamaan baru yang dapat dinyatakan (..... a<sup>[1]</sup>, 0, b<sup>[1]</sup>, 0, a<sup>[1]</sup> .....).

Bentuk ini merupakan sistem tridiagonal dengan  $n = 2^m - 1$ ,  $2^m$ ,  $2^m + 1$ , yang unsur-unsurnya hanya terdiri dari baris-baris berindeks ganjil atau genap saja dari matriks awal A. Operasi ini juga dikerjakan terhadap elemen-elemen pada vektor ruas kanan d.

Misalkan dari bentuk (4) sistem tridiagonal baru yang diperoleh terdiri dari baris genap. Sedangkan baris ganjil dapat dieliminasi oleh baris genap dengan substitusi balik. Jika proses tersebut dilakukan berulang-ulang, akhirnya didapat sistem persamaan baru yang minimal, yang solusinya segera dapat dihitung. Untuk lebih jelasnya perhatikan contoh berikut

$$\begin{pmatrix} 1 & b \\ 2 & a & b \\ 3 & a & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ a \\ u_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_1 d_1 \\ u_2 = d_2 \\ d_3 \end{pmatrix} \quad (5)$$

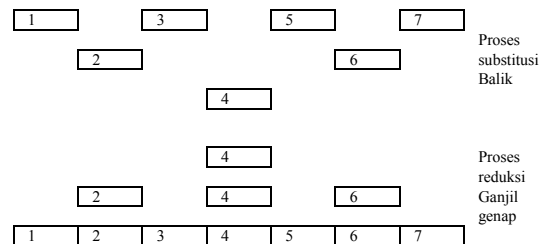
Lakukan proses operasi baris elementer pada persamaan (5), sehingga diperoleh hasil

$$\begin{pmatrix} 1 & b & a \\ 2 & 0 & b' \\ 3 & a & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ 0 \\ u_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 \\ u_2 = d'_2 \\ d_3 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Dari persamaan ini diperoleh hasil  $u_2 = d'_2 / b'$ , selanjutnya nilai  $u_1$  dan  $u_3$  dapat dihitung (secara paralel) dengan substitusi balik, yaitu  $u_1 = (d_1 - a u_2) / b$  dan  $u_3 = (d_3 - a u_2) / b$ .

Metode reduksi siklis memberikan komputasi yang cepat jika elemen subdiagonal dan superdiagonal bernilai satu. Hal ini dapat diperoleh dengan melakukan normalisasi, sehingga sistem persamaan berbentuk ( ..... 1, b, 1, .....).

Secara umum tahapan solusi metode reduksi siklis terdiri dari dua tahapan utama yaitu (i) proses reduksi baris ganjil atau genap, dan (ii) proses substitusi balik.



Gambar 1. Tahapan Prosedur Metode Reduksi Siklis ( $n = 2^m - 1, m=3$ )

### 3. IMPLEMENTASI SISTEM

#### Pemecahan Masalah Secara Paralel

Dalam menggunakan arsitektur komputer paralel maka kecepatan algoritma sangat ditentukan oleh banyak prosesor yang dipakai serta pola hubungan interkoneksi antara prosesor yang satu dengan lainnya. Mengingat bahwa komputasi pada sistem multi prosesor akan lebih cepat dibanding dari sistem komputer biasa (disebabkan adanya tambahan prosesor), maka perlu didefinisikan suatu besaran yang merupakan ukuran peningkatan kecepatan yang sebenarnya [1]. Menurut hukum Amdahl, besaran ini adalah peningkatan kecepatan (*speed-up*) dan efisiensi, yang didefinisikan sbb:

$$E_{(efisiensi)} = T(1) / p T(p)$$

$$S_{(speed-up)} = T(1) / T(p)$$

dimana  $T(1)$  = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan 1 prosesor,  $p$  = banyak prosesor yang dipakai, dan  $T(p)$  = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan  $p$  prosesor.

Suatu sistem paralel dapat digambarkan sebagai teknik pemrosesan secara simultan pada subproses yang independen. Menurut Hwang dan Briggs, pemrosesan paralel didefinisikan sebagai bentuk pemrosesan yang efisien dengan menitik-beratkan pada eksploitasi kejadian-kejadian yang bersamaan [8]. Tujuannya utamanya adalah untuk mereduksi waktu proses yang dibutuhkan maupun penyelesaian masalah yang sebelumnya dipandang terlalu besar [6]. Munculnya arsitektur komputer paralel telah mendorong keinginan untuk menyelesaikan persoalan secara simultan, maka timbul pemikiran bagaimana membuat algoritma sistem paralel. Untuk melihat proses-proses yang dapat dikerjakan secara simultan, langkah pertama adalah melakukan proses dekomposisi persoalan sehingga akan diperoleh bagian-bagian yang independen



untuk mencari letak paralelisme dari suatu permasalahan. Setelah melakukan dekomposisi terhadap permasalahan tersebut menjadi beberapa submasalah yang lebih sederhana dan dapat diselesaikan secara paralel.

Ada 2 macam cara melakukan dekomposisi masalah, yaitu dekomposisi secara algoritmik dan dekomposisi secara geometrik [2]. Dekomposisi secara algoritmik adalah mendekomposisi algoritma sekuensial yang ada atas beberapa blok instruksi, dimana tiap blok instruksi akan dikerjakan oleh prosesor yang berbeda. Strategi ini biasanya cenderung melihat alur pemecahan masalah yang dihadapi. Sedangkan dekomposisi secara geometrik adalah mendekomposisi masalah yang ada menjadi beberapa submasalah dengan aturan tertentu dimana tiap submasalah bisa dipecahkan secara paralel dan independen. Strategi ini biasanya cenderung melihat struktur data dari persoalan yang dihadapi.

Pemilihan strategi dekomposisi ini tergantung pada masalah yang dihadapi. Untuk memecahkan permasalahan sistem tridiagonal diatas, digunakan strategi dekomposisi secara geometrik, karena lebih banyak melihat pada masalah struktur data dari persoalan yang dihadapi, yaitu bagaimana mendekomposisi data atas beberapa kelompok data yang akan diproses oleh prosesor yang berbeda [5].

Selain itu untuk mendapatkan model algoritma paralel dapat ditempuh dengan cara memodifikasi algoritma sekuensial, sehingga akan diperoleh bentuk algoritma paralel. Sedangkan untuk memperoleh gambaran kinerjanya, algoritma paralel perlu dibandingkan dengan algoritma sekuensial. Berdasarkan dari pertimbangan ini maka akan dibahas algoritma reduksi siklis sekuensial dan teknik dekomposisi.

#### Spesifikasi *Parallel Virtual Machine*

Untuk implementasi system multiprosesor ini digunakan alat bantu/tools *Parallel Virtual Machine* (PVM). PVM adalah sebuah perangkat lunak yang dapat dipakai untuk pembuatan jaringan komputer paralel. Perangkat lunak ini didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan sebuah jaringan komputer yang heterogen yang terdiri atas beberapa mesin pemroses dapat digunakan sebagai sebuah prosesor paralel terdistribusi berbasis model *message-passing*, yang mana sistem ini dijalankan pada sistem operasi Windows.

Sebagai implementasinya untuk menyatukan sumber daya yang beragam di bawah kontrol pusat PVM, diterapkan pada jaringan lokal dengan spesifikasi perangkat keras komputer dengan tipe prosesor IP4 2,4 Ghz 478, dengan RAM 128 - 512 MB, serta memakai (i) PVM versi 3.4.5. untuk virtual machine dan routine untuk komputasi paralel, (ii) -rsh (*remote shell*), untuk aplikasi untuk autentikasi dan komunikasi proses antar computer, serta (iii) -xpvm versi 1.2, untuk interface grafis untuk PVM dengan animasi eksekusi komputasi paralel yang dapat dilihat dilayar.

#### Algoritma Reduksi Siklis

Secara umum metode reduksi siklis terdiri dari tahapan awal (proses reduksi ganjil genap) dan tahapan substitusi balik. Proses komputasi kedua tahapan tersebut dapat dihitung dengan memakai *procedure/subroutine* berikut.

*Procedure/Subroutine Reduksi Ganjil\_Genap* ( $m, a, b, d$ );  
Inisialisasi vektor  $a^{(1)} = a, b^{(1)} = b, d^{(1)} = d$ ;

do  $i = 1, m-1$ ;

$$a^{(i+1)} = [a^{(i)}]^2$$

$$b^{(i+1)} = 2 [a^{(i)}]^2 - [b^{(i)}]^2$$

$$r = 2^i$$

$$\text{do } j = 1, 2^{m-1} - 1$$

$$d_{jr}^{(i+1)} = a^{(i)} [d_{jr}^{(i)} + d_{jr}^{(i)}] - b^{(i)} d_{jr}^{(i)}$$

enddo;

enddo;

enddo;

#### Prosedur 1: *Procedure/Subroutine Reduksi Ganjil\_Genap*

*Procedure/Subroutine Substitusi\_Balik*

do  $i = m-2, 0, -1$

$$r = 2^i$$

do  $j = 1, 2^{(m-i-1)}$

if ( $j=1$ ) then

$$c_{(2j-1)r}^{(i+1)} = a^{(i+1)} u$$

else if ( $j = 2^{(m-i-1)}$ ) then

$$c_{(2j-1)r}^{(i+1)} = a^{(i+1)} u$$

else

$$c_{(2j-1)r}^{(i+1)} = a^{(i+1)} [u + u]$$

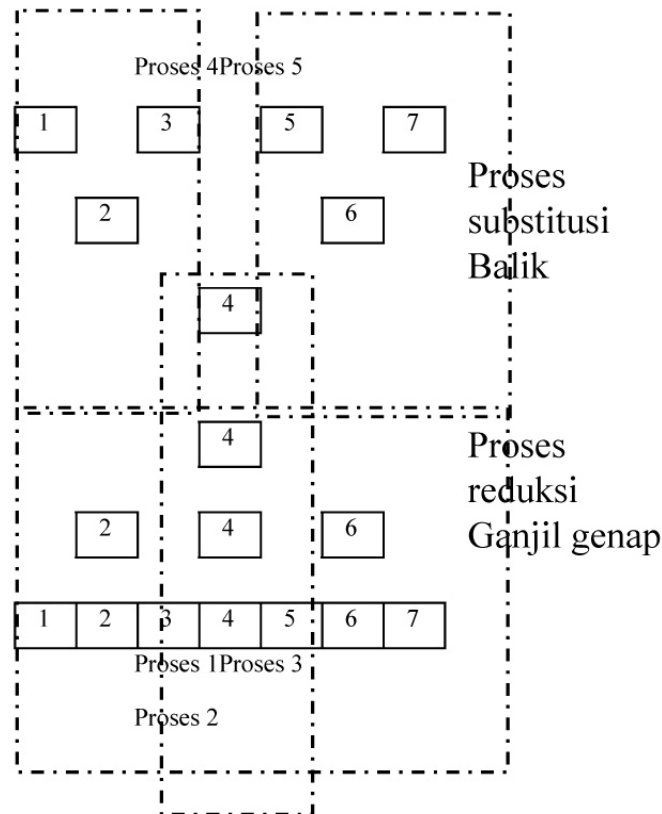
endif

$$\text{hitung } u_{(2j-1)r} = c / b^{(i+1)}$$

enddo;

enddo;

## Prosedur 2: Procedure/Subroutine Substitusi\_Balik



Gambar 2. Teknik Dekomposisi Metode Reduksi Siklis

Dalam partisi ini diperoleh 5 subproses. Pada tahap perhitungan awal, yaitu proses reduksi ganjil genap, terdiri dari proses 1, proses 2, dan proses 3. Sedangkan pada tahap kedua (proses substitusi balik) terdiri dari proses 4 dan proses 5. Selanjutnya proses 2 akan bergantung pada hasil proses 1 dan proses 3 yang dapat dikerjakan secara paralel. Setelah proses 2 selesai maka proses 4 dan proses 5 dapat dikerjakan secara paralel.

### Procedure/Subroutine Hitung Awal Tengah

do  $i = 1, m-1$

$r = 2i$

do  $j = 1, 2(m-1)-1$

$$d^{(i+1)} = a_{jr}^{(i)} \left[ d_{jr}^{(i)} + d_{jr+1/2}^{(i)} \right] - b_d^{(i)} d^{(i)}$$

enddo;

enddo;

### Prosedur 3: Procedure/Subroutine Hitung Awal Tengah

Berdasarkan proses dekomposisi tersebut waktu dialog antara 2 prosesor untuk menyelesaikan sistem tridiagonal, dapat disajikan sebagai berikut.



Gambar 3. Waktu Dialog Antar 2 prosesor

#### 4. HASIL DAN ANALISIS

Secara kualitatif komputasi pada metode reduksi sikliscenderung *fine grain*, yaitu rasio komputasi dan komunikasi yang kecil. Hal ini disebabkan karena faktor granularitas, efek *fork and joint* dan proses sinkronisasi berulang-ulang [3]. Berdasarkan implementasi algoritma tersebut, berikut ini disajikan hasil pengukuran waktu eksekusi dan karakteristik kinerja algoritma reduksi siklis pada mesin paralel berbasis parallel virtual machine (PVM).

Tabel 1.Presentasi Pengukuran Waktu Eksekusi Algoritma Reduksi Siklis

N o	Ukuran Data	Waktu eksekusi (msecond)			
		P=1	P=2	P=4	P=8
1	255	155	92	64	52
2	511	287	168	114	85
3	1023	547	317	206	149
4	2047	1064	610	388	274
5	4095	2096	1196	750	520
6	8191	4155	2362	1468	1006
7	16383	8267	4691	2901	1975
8	32767	16520	9342	5766	3911

Tabel 2.Presentasi Rasio Waktu Komputasi/Komunikasi Algoritma Reduksi Siklis

N o	Ukuran Data	Rasio Komputasi/komunikasi		
		P=2	P=4	P=8
1	255	10,503	4,333	2,474
2	511	8,886	3,482	1,934
3	1023	8,323	3,044	1,613
4	2047	8,105	2,842	1,381
5	4095	7,866	2,691	1,280
6	8191	7,787	2,645	1,221
7	16383	7,701	2,611	1,181
8	32767	7,672	2,584	1,164

Tabel 3. Presentasi Perhitungan *Speed-up* (percepatan) Algoritma Reduksi Siklis

N O	Ukuran Data	Speed-up ( $Sp = T1/Tp$ )			
		P=1	P=2	P=4	P=8
1	255	1	1.685	2.422	2.981
2	511	1	1.708	2.518	3.376
3	1023	1	1.726	2.655	3.671
4	2047	1	1.744	2.742	3.883
5	4095	1	1.753	2.795	4.031
6	8191	1	1.759	2.830	4.130
7	16383	1	1.762	2.850	4.186
8	32767	1	1.768	2.865	4.224

Tabel 4.Presentasi Perhitungan Efisiensi Algoritma Reduksi Siklis

N O	Ukuran Data	Efisiensi ( $Sp/p \times 100\%$ )			
		P=1	P=2	P=4	P=8
1	255	100	80,43	57,81	35,58
2	511	100	83,33	61,40	41,18
3	1023	100	85,17	65,53	45,30
4	2047	100	86,64	68,11	48,22
5	4095	100	87,33	69,63	50,22
6	8191	100	87,81	70,64	51,54
7	16383	100	88,04	71,18	52,28
8	32767	100	88,38	71,60	52,78

Dari tabel di atas terlihat bahwa terjadi kenaikan percepatan seiring dengan bertambahnya jumlah prosesor yang dipakai. Percepatan berkisar antara 1,685 (2 prosesor) sampai dengan 4,224 (8 prosesor).

Rasio waktu komputasi dan komunikasi tertinggi mencapai 10,503 (2 prosesor) dan terendah-nya 1,164 (8 prosesor), hal ini menunjukkan bahwa waktu komunikasi semakin tinggi yang disebabkan proses sinkronisasi terjadi berulang-ulang.

Namun sebaliknya dengan bertambahnya jumlah prosesor yang dipakai terjadi penurunan efi-

siensi. Tingkat efisiensi mencapai 88,38% (2 prosesor) dan terendah 35,58% (8 prosesor).

## 5. PENUTUP

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- (1) Dengan menggunakan sistem multiprosesor waktu penyelesaian sistem persamaan linier dari hasil diskritisasi suatu PDP dapat dipercepat.
- (2) Metode reduksi siklus memiliki faktor granularitas, efek *fork* dan *join*, dan proses sinkronisasi tinggi yang berakibat dalam waktu komputasi, hal ini disebabkan karena memiliki unsur dependensi data yang kuat dan jumlah komputasi tiap level berikutnya menurun.
- (3) Kinerja algoritma reduksi siklus mencapai percepatan tertinggi pada 8 prosesor (4,22) dan efisiensi terendahnya terjadi pada 8 prosesor (35,58%).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akl, Selim G. 1989. *The Design and Analysis of Parallel Algorithms*, Prentice Hall International Inc.
- [2] Askew, C.R., Carpenter, D.B., Chalker, J.T., Hey, A.J.G., Moore, M., Nicole, D.A, and Pritchard, D.J., 1988. *Monte Carlo Simulation on transputer arrays*. *Parallel Computing* 6, pp 247-258.
- [3] Berstsekas and Tsitsiklis, 1989, *Parallel and Distributed Computation, Numerical Methods*, Prentice Hall New Jersey.
- [4] Evans, DJ., 1990, *A Recursive Decoupling Method for Solving Tridiagonal Linier Systems*, International Journal Computer Mathematics.
- [5] Evans, DJ., 1992, *Design of Parallel Numerical Algorithms*, Elsevier Science Publisher.
- [6] Freman and Phillips, 1992, *Parallel Numerical Algorithms*, Prentice Hall, London
- [7] Golub and Van Loan, 1989, *Matrix Computation*, Second Edition, The John Hopkins University Press
- [8] Hwang, Kai and Briggs, FA., 1984. *Computer Architecture and Parallel Pocressing*. McGraw-Hill. Book Company
- [9] Mitchell and Griffiths, 1989, *The Finite Difference Method in partial Differetial Equations*, John Wiley & Sons
- [10] Nanjesh B R et al, 2012, *Evaluation Of Parallel Application's Performance Dependency On Ram Using Parallel Virtual Machine*, International Journal of Computer Science and Communication Network, Volume 2 (6), pp 641-646, ISSN: 2249-5789. <http://www.ijescn.com/vol2issue6.php>
- [11] Tanenbaum, 2002, *Structured Computer Organization*, Prentice Hall International Inc.
- [12] Parallel Virtual Machine, <http://www.csm.ornl.gov/pvm/>

### [CV Penulis]

Tri Prabawa, menyelesaikan studi S1 bidang Matematika, Universitas Gadjah Mada dan S2 bidang Ilmu Komputer, Universitas Indonesia.



# PERBANDINGAN OPTIMASI QUERY DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA JOIN BERDASARKAN WAKTU RESPON

Wasino<sup>1</sup>, Tony<sup>2</sup>, Meyliani Tanjung<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara  
Jalan Letjen S. Parman No. 1, Jakarta 11440 Indonesia

<sup>1</sup> [wwasino@yahoo.com](mailto:wwasino@yahoo.com), <sup>2</sup> [tony.b@fti.untar.ac.id](mailto:tony.b@fti.untar.ac.id), <sup>3</sup> [meylianitanjung@gmail.com](mailto:meylianitanjung@gmail.com),

## Abstrak

*In database, data retrieval process hold a very important role. To obtain data in a complex database, we need to join against multiple tables in the database. The process of joining the query contains several join algorithms that have a unique and different costs in its use. There are times when the calculations that have been done before didn't deliver the results in accordance with expectations at the time of the executions on the query in the DBMS. This research used SQL Server 2008 to test the response time of three different algorithm (nested loop join, merge join, and hash join). The research was conducted on AdventureWorksLT Database (v2008) Samples RTM (x86). The database has been given additional data using RedGate software. Comparison of the response time is measured through a join query. The results showed that nested loop join algorithm showed the most optimal response time than other algorithms.*

Kata kunci : database, join, query optimization, join algorithm

## 1. Pendahuluan

Saat ini, basis data memegang peranan yang sangat penting di berbagai area seperti kesehatan, bisnis, pendidikan, perdagangan dan sebagainya. Untuk mengatur dan mengelola basis data digunakan sebuah *Database Management System* (DBMS) seperti Microsoft Access, Oracle, SQL Server, dan MySQL. Di dalam DBMS terdapat berbagai fungsi seperti memasukkan, mengubah, menghapus, dan memperoleh data dengan menggunakan sebuah *Query Language*.

Untuk memperoleh data di dalam suatu basis data yang kompleks, terkadang dibutuhkan suatu penggabungan (*join*) terhadap beberapa tabel yang ada di dalam basis data. Proses dari *query* join ini memiliki beberapa algoritma yang dapat diterapkan. Setiap algoritma memiliki sifat yang unik dan biaya yang berbeda dalam penggunaannya. Ada kalanya perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya ternyata tidak memberikan hasil yang sesuai dengan harapan pada saat pengeksekusian *query* pada DBMS. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibahas mengenai algoritma *join* yang paling efisien berdasarkan waktu respon seminimal mungkin untuk digunakan dalam sebuah basis data besar pada SQL

Server 2008. Penelitian ini menggunakan operasi *equi-join* atau sering juga disebut sebagai *inner join* untuk memperoleh data dari 2 buah tabel atau lebih dengan cara membandingkan nilai *field* yang sama pada tabel – tabel tersebut.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Operasi Join

Operasi *join* menggabungkan 2 buah relasi untuk membentuk sebuah relasi baru, adalah sebuah operasi yang mendasar dalam aljabar relasional [1]. Menurut Harrington [2], bentuk-bentuk dari operasi *join* adalah:

#### 1. *Equi-join*

Pada bentuk sederhananya, operasi *join* menghasilkan sebuah baris baru pada saat data dari 2 tabel digabungkan. Bentuk *join* ini mencari baris dengan nilai yang sama sehingga disebut sebagai *equi-join* (atau disebut juga *natural equi-join*). Atau terkadang disebut juga sebagai *inner join*.

#### 2. *Θ-Join (Theta-Join)*

Sebuah *theta join* menggabungkan dua buah tabel pada kondisi yang sama, dimana dapat sama atau berbeda.

### 3. Outer Join

*Outer join* merupakan sebuah *join* yang meliputi baris dalam tabel hasil meskipun mungkin saja tidak terdapat kesamaan antara baris dalam dua buah tabel yang sedang digabung. Ada 3 macam model *outer join*, yaitu:

#### a. Left Outer Join

*Left outer join* meliputi setiap baris yang terdapat pada tabel pertama pada operasi *join*.

#### b. Right Outer Join

*Right outer join* merupakan kebalikan dari *left outer join*. *Join* ini meliputi semua baris pada tabel yang berada di sebelah kanan dari operator *outer join*.

#### c. Full Outer Join

Sebuah *full outer join* mencakup setiap baris pada kedua buah tabel apabila dibutuhkan. Apabila kedua tabel memiliki hubungan *primary* dan *foreign key* maka hasilnya akan sama dengan *left outer join* saat *primary key* tabel terdapat pada sebelah kiri operator atau *right outer join* dimana *primary key* tabel berada pada sisi sebelah kanan operator.

## 2.2 Optimasi Query

Optimasi *query* adalah aktivitas memilih strategi eksekusi yang paling efisien dalam memproses suatu *query* [1]. Ada 2 pendekatan yang dapat digunakan dalam menjalankan optimasi *query*, yaitu:

### 1. Pendekatan heuristik

Pendekatan ini menggunakan transformasi aturan untuk mengubah satu ekspresi aljabar relasional menjadi sebuah bentuk ekuivalen yang lebih efisien. Sebagian besar DBMS menggunakan pendekatan heuristik untuk menentukan strategi dalam *query processing*. Beberapa pendekatan heuristik yang dapat diterapkan selama *query processing*, adalah:

- Melaksanakan operasi *selection* sedini mungkin.
- Menggabungkan *cartesian product* dengan operasi *selection* berikutnya dimana predikatnya menunjukkan kondisi *join* menjadi sebuah operasi *join*.
- Menggunakan asosiasi operasi biner untuk mengatur ulang *query* sehingga operasi *selection* dilaksanakan pada *query* yang paling ketat terlebih dahulu.
- Melakukan operasi *projection* sedini mungkin.

- Hitung ekspresi umum sekali. Apabila ekspresi tertentu muncul lebih dari sekali dan ekspresi tersebut tidak terlalu besar, maka hasil perhitungan akan disimpan dalam memori, dan ketika diperlukan dapat digunakan kembali.

### 2. Cost Based Query Optimization

Sebuah DBMS memiliki banyak cara yang berbeda untuk melaksanakan operasi aljabar relasional. Tujuan dari *query optimization* adalah untuk memilih salah satu cara yang paling efisien. Untuk melakukan hal ini, digunakan formula yang memperkirakan biaya untuk sejumlah pilihan dan memilih salah satu dengan biaya terendah [1].

## 2.3 Algoritma join

Operasi *join* yang merupakan bagian dari *Cartesian product* menjadi perhatian tersendiri saat proses optimasi *query* karena operasi ini membutuhkan waktu yang cukup banyak dan harus dijalankan seefisien mungkin [3]. Pada SQL Server hanya dikenal 3 jenis algoritma *join*, yaitu:

#### a. Algoritma Nested Loop Join

```
for each tuple  $t_r$  in  $r$  do begin
  for each tuple  $t_s$  in  $s$  do begin
    test pair  $(t_r, t_s)$  to see if they satisfy the join condition  $\theta$ 
    if they do, add  $t_r \cdot t_s$  to the result;
  end
end
```

Algoritma ini disebut *nested loop join*, karena pada dasarnya terdiri dari dua buah relasi untuk *loop*. Relasi  $r$  disebut *outer relation* dan relasi  $s$  *inner relation* dari sebuah *join*. Algoritma ini menggunakan notasi  $t_r \cdot t_s$ , di mana  $t_r$  dan  $t_s$  adalah *tuple*,  $t_r \cdot t_s$  menunjukkan *tuple* yang dibangun dengan menggabungkan nilai atribut dari *tuple*  $t_r$  dan  $t_s$ . Algoritma *nested loop join* tidak memerlukan indeks, dan dapat digunakan pada kondisi *join* manapun. Biaya dari algoritma *nested loop join* mahal, karena algoritma ini meneliti setiap pasang *tuple* dalam kedua relasi.

#### b. Algoritma Merge-Join

```
 $pr$  := address of first tuple of  $r$ ;
 $ps$  := address of first tuple of  $s$ ;
while ( $ps = \text{null}$  and  $pr = \text{null}$ ) do
  begin
     $t_s$  := tuple to which  $ps$  points;
     $S_s := \{t_s\}$ ;
    set  $ps$  to point to next tuple of  $s$ ;
     $done := \text{false}$ ;
    while (not  $done$  and  $ps = \text{null}$ ) do
      begin
         $t_s' :=$  tuple to which  $ps$  points;
        if ( $t_s[JoinAttrs] = t_s'[JoinAttrs]$ )
```

```

then begin
     $S_s := S_s \cup \{t_s\}$ ;

    set  $ps$  to point to next tuple of  $s$ ;
end
else  $done := true$ ;
end
 $t_r :=$  tuple to which  $pr$  points;
while ( $pr \neq null$  and  $t_r[JoinAttrs] < t_s[JoinAttrs]$ ) do
begin
    set  $pr$  to point to next tuple of  $r$ ;
 $t_r :=$  tuple to which  $pr$  points;
end
while ( $pr \neq null$  and  $t_r[JoinAttrs] = t_s[JoinAttrs]$ ) do
begin
    for each  $ts$  in  $S_s$  do
begin
    add  $t_s \bowtie t_r$  to result;
end
    set  $pr$  to point to next tuple of  $r$ ;
 $t_r :=$  tuple to which  $pr$  points;
end
end
end

```

Algoritma *merge-join* atau terkadang disebut sebagai algoritma *sort-merge join* dapat digunakan untuk menghitung *natural join* dan *equi-join*. Algoritma *merge-join* mensyaratkan bahwa setiap  $S_s$  (Sekelompok *tuple* dari sebuah relasi dengan nilai yang sama pada atribut *join*) himpunan semua *tuple* dengan nilai yang sama untuk atribut *join* harus dapat ditampung seluruhnya di memori utama. Jika salah satu dari relasi  $r$  dan  $s$  tidak diurutkan pada atribut *join*, maka relasi tersebut dapat diurutkan terlebih dahulu, dan kemudian algoritma *merge-join* dapat digunakan. Algoritma *merge-join* juga dapat dengan mudah diperluas dari *natural join* ke kasus yang lebih umum seperti *equi-join*.

### c. Algoritma Hash Join

```

/* Partition  $s$  */
for each tuple  $t_s$  in  $s$  do begin
     $i := h(t_s[JoinAttrs])$ ;

     $H_{s_i} := H_{s_i} \cup \{t_s\}$ ;
end
/* Partition  $r$  */
for each tuple  $t_r$  in  $r$  do begin
     $i := h(t_r[JoinAttrs])$ ;

     $H_{r_i} := H_{r_i} \cup \{t_r\}$ ;
end
/* Perform join on each partition */
for  $i := 0$  to  $n_p$  do begin
    read  $H_{s_i}$  and build an in-memory hash index on it;
    for each tuple  $t_r$  in  $H_{r_i}$  do begin
        probe the hash index on  $H_{s_i}$  to locate all tuples  $t_s$ 
        such that  $t_s[JoinAttrs] = t_r[JoinAttrs]$ ;
    end
end

```

```

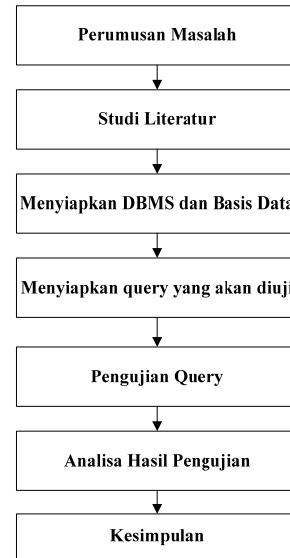
for each matching tuple  $t_s$  in  $H_{s_i}$  do begin
    add  $t_r \bowtie t_s$  to the result;
end
end
end

```

Seperti algoritma *merge-join*, algoritma *hash join* dapat digunakan untuk mengimplementasikan *natural join* dan *equi-join*. Dalam algoritma *hash join*, sebuah fungsi hash digunakan untuk partisi *tuple* dari kedua relasi. Ide dasarnya adalah untuk membagi *tuple* dari setiap relasi ke dalam *set* yang memiliki nilai *hash* yang sama pada atribut *join*.

## 3. Metodologi Penelitian

Secara singkat, proses penelitian akan dilakukan dengan melakukan langkah – langkah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan SQL Server 2008 Enterprise Edition dengan basis data AdventureWorks. Penelitian difokuskan pada optimasi *query* dengan menggunakan operator *join* yaitu sebuah tipe dari algoritma yang dipilih oleh SQL Server Optimizer untuk mengimplementasikan *logical join* di antara 2 buah tabel. Algoritma *join* yang terdapat di dalam SQL Server, yaitu: *nested loops join*, *hash join* dan *merge join*.

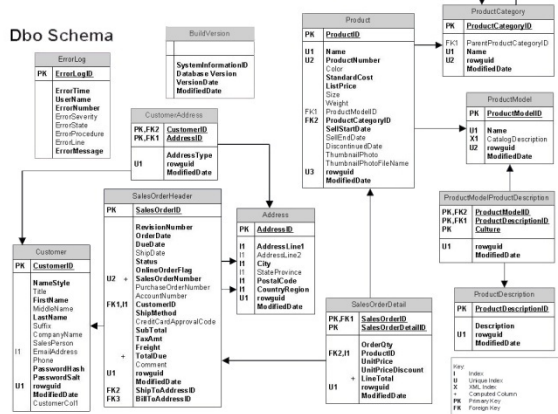


Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa basis data AdventureWorksLT Database (v2008) RTM Samples (x86) yang didapat dari situs [www.wrox.com](http://www.wrox.com) [4]. Basis data ini berupa file berformat (.mdf) yang berukuran 7,188 Megabytes (MB) yang terdiri dari 12 tabel, yang memiliki hubungan antar tabel seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2.



AdventureWorksLT Schema



Gambar 3.2 Hubungan Antar Tabel [5]

Pengujian dilakukan pada basis data AdventureWorks yang telah diberikan penambahan data secara acak dengan menggunakan RedGate *software* sebanyak maksimal yang ditambahkan adalah 1.000.000 data. Tetapi dalam proses penambahan, tidak semua tabel dapat dilakukan penambahan sebanyak 1.000.000 data karena hanya mengikuti hasil yang diperoleh dari pembangkitan data acak tersebut, sehingga jumlah data yang berhasil ditambahkan adalah sebagai berikut:

1. Tabel SalesLT.SalesOrderDetail tidak mengalami penambahan data.
2. Tabel SalesLT.Product mengalami penambahan 100.000 baris data.
3. Tabel ProductModel dan ProductCategory mengalami penambahan 209.300 baris data.
4. Tabel ProductModelProductDescription mengalami penambahan 210.204 baris data.
5. Tabel Address, Customer, CustomerAddress, ProductDescription, SalesOrderHeader mengalami penambahan 1.000.000 baris data.

Penambahan data secara acak (menggunakan RedGate *software*) dimaksudkan untuk menghasilkan jumlah record yang lebih banyak pada setiap tabel, karena semakin banyak jumlah recordnya akan semakin lama waktu aksesnya. Penelitian menggunakan dua buah komputer sebagai bahan perbandingan waktu respon algoritma *join* pada spesifikasi komputer yang berbeda. Spesifikasi dari komputer 1 dapat dilihat pada tabel 3.1 dan spesifikasi dari komputer 2 dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.1 Spesifikasi Komputer I

Operating System	Windows 7 Professional 32-bit
Processor	Intel® Core™ i5 2410M @2.30GHz
Video Graphics	Intel® HD Graphics 3000
RAM	2.00 GB DDR3
Hard Drives	640 GB SATA

Tabel 3.2 Spesifikasi Komputer II

Operating System	Windows 7 Ultimate 32-bit
Processor	Intel® Core™ i3 CPU M380 @2.53GHz
Video Graphics	Intel® HD Graphics
RAM	2.00 GB DDR3
Hard Drives	500GB SATA

#### 4. Hasil Pengujian

Proses pengujian algoritma *join* dilakukan pada 4 buah *query* yang terdiri dari *query join 2* tabel, 3 tabel, 4 tabel dan 5 tabel. Pada pengujian ini, waktu respon diukur berdasarkan waktu eksekusi yang dibutuhkan oleh setiap *query* pada saat dijalankan dengan menggunakan algoritma *nested loop join*, *merge join* dan *hash join*. Waktu respon yang digunakan pada penelitian ini adalah waktu respon yang diukur setelah dilakukan proses *clean buffer* dan *cache* dengan menggunakan *query* [6]:

```
CHECKPOINT;
GO
DBCC DROPCLEANBUFFERS;
GO
DBCC FREEPROCCACHE;
GO
```

Dalam pengujian ini diberikan penambahan *script* pada *query join* yang telah dibuat sebelumnya sehingga *query* tersebut dapat dijalankan dengan menggunakan algoritma tertentu. Contoh penggunaan algoritma *hash join* pada *query 1* adalah sebagai berikut:

```
SELECT C.LastName, C.FirstName, SOH.BillToAddressID
FROM SalesLT.SalesOrderHeader AS SOH
JOIN SalesLT.Customer AS C ON C.CustomerID = SOH.CustomerID
WHERE FirstName = N'Mary'
OPTION (HASH JOIN);
Query 1 dengan algoritma Hash Join
```

Untuk penggunaan algoritma lainnya, pada baris *OPTION (HASH JOIN)*, dapat diganti dengan *OPTION (MERGE JOIN)* yang digunakan untuk mewakili algoritma *sort merge join* dan *OPTION (LOOP JOIN)* yang digunakan untuk mewakili algoritma *nested loop join*. Contoh penggunaan kedua algoritma tersebut pada *query 2* adalah sebagai berikut:

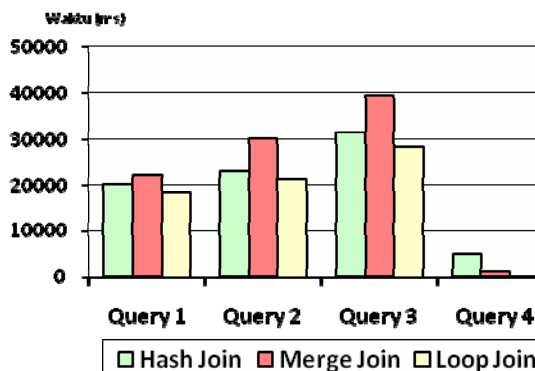
```
SELECT C.LastName, C.FirstName, SOH.BillToAddressID
FROM SalesLT.SalesOrderHeader AS SOH
JOIN SalesLT.Customer AS C ON C.CustomerID =
SOH.CustomerID
WHERE FirstName = N'Mary'
OPTION (MERGE JOIN);
Query 1 dengan algoritma Merge Join
```

```

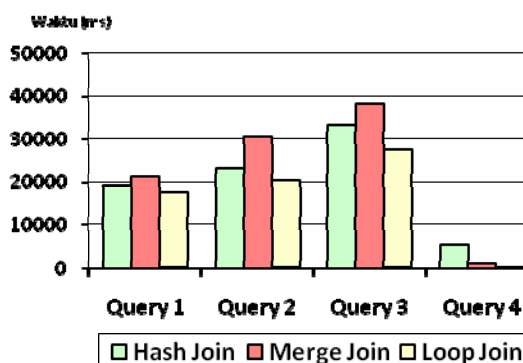
SELECT C.LastName, C.FirstName, SOH.BillToAddressID
FROM SalesLT.SalesOrderHeader AS SOH
JOIN SalesLT.Customer AS C ON C.CustomerID =
SOH.CustomerID
WHERE FirstName = N'Mary'
OPTION (LOOP JOIN);
Query 1 dengan algoritma Nested Loop Join

```

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan untuk menentukan algoritma *join* yang paling optimal, maka dibuatlah beberapa grafik yang menampilkan menampilkan waktu respon rata – rata dari hasil eksekusi setiap algoritma *join* pada komputer I dan komputer II dalam bentuk diagram batang. Gambar 4.1 menunjukkan hasil pengujian terhadap algoritma *join* pada komputer I dan Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengujian terhadap algoritma *join* komputer II.



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Waktu Respon Rata – Rata Algoritma *Join* pada Komputer I



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Waktu Respon Rata – Rata Algoritma *Join* pada Komputer II

Grafik pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa algoritma Loop Join merupakan algoritma yang memiliki waktu respon yang paling cepat apabila dibandingkan algoritma *hash join* maupun algoritma *merge join* baik komputer I dan komputer II.

## Kesimpulan

Setelah melakukan studi literatur dan menganalisa hasil penelitian yang telah dilakukan di komputer maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Algoritma *nested loop join* memberikan waktu respon yang paling cepat dibandingkan algoritma *hash join* dan *merge join* pada seluruh komputer yang diujikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa spesifikasi komputer tidak mempengaruhi kinerja algoritma *join*.
2. Hasil pengujian algoritma *join* pada *query join* 2 tabel, 3 tabel, 4 tabel dan 5 tabel menunjukkan bahwa jumlah tabel yang terlibat dalam suatu *query join* tidak memberikan pengaruh pada waktu respon algoritma *join*.
3. Algoritma *join* yang memiliki waktu respon yang paling baik untuk diterapkan pada SQL Server 2008 dengan basis data AdventureWorksLT Database (v2008) RTM Samples (x86) yang telah di *generate* dengan menggunakan *software* RedGate adalah algoritma *nested loop join*.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan perbandingan algoritma *join* yang paling efisien berdasarkan estimasi biaya (*cost*) serta pengujian pada *database management system* Oracle.

## Daftar Pustaka:

- [1] Connolly, Thomas M. & Carolyn E. Begg., 2010, Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management 5<sup>th</sup> Ed., USA, Pearson.
- [2] Harrington, Jan L., 2010, SQL Clearly Explained 3<sup>rd</sup> Ed., USA, Elsevier Inc.
- [3] Korth, Henry F, et.al., 2011. Database System Concepts 6th Ed., USA, McGrawHill.
- [4] Wrox.com. [www.wrox.com/WileyCDA/Section/id-322174.html](http://www.wrox.com/WileyCDA/Section/id-322174.html). Tanggal akses 3 September 2012.
- [5] Hundhausen, Richard., New, Simpler AdventureWorks Sample Database. [blog.hundhausen.com/files/AdventureWorksLT.jpg](http://blog.hundhausen.com/files/AdventureWorksLT.jpg), Tanggal akses 15 September 2012.
- [6] Msdn Library., DBCC DROPCLEANBUFFERS (Transact-SQL). <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms187762.aspx>. Tanggal akses 28 November 2012.
- [7] Red-gate.com. <http://www.red-gate.com/products/sql-development/sql-data-generator/>. Tanggal akses 10 September 2012.





# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **APLIKASI**

---



# **APLIKASI (E-DMS) *ELECTRONIC DOCUMENT* MANAGEMENT SYSTEM DENGAN METODE TF/IDF BERBASIS WEB**

**Aeri Rachmad, Yeni Kustiyahningsih, Akhmad Zamroni Hamid**

*Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo  
Jl. Raya Telang PO. BOX 2 Kamal, Bangkalan, Madura, 691962  
aery\_r@yahoo.com, ykustiyahningsih@yahoo.com*

## **Abstrak**

Salah satu masalah dalam kehidupan kita yaitu menyimpan dokumen kita secara rapi dan teratur sesuai dengan tempatnya. Salah satu konsekuensi dengan semakin banyaknya jumlah dokumen yang tersimpan di komputer yaitu menyulitkan dalam pengorganisasian dokumen sehingga dibutuhkan aplikasi yang mampu memajemen serta mengefektifkan dan mengefisienkan pengarsipan dokumen dengan harapan dapat membantu proses menjadi lebih cepat, baik dan murah.

Dalam penelitian ini Aplikasi *Electronic Document Management System* Berbasis Web memproses sebanyak 143 koleksi buku di ruang baca fakultas teknik. Dalam penyelesaian masalah ini, untuk proses pencarian informasi dokumen digunakan metode *tf/idf* dengan pendekatan *cosine similarity* yang mampu memperhitungkan bobot informasi yang lebih sesuai dengan pencarian. Metode *tf/idf* merupakan suatu cara untuk memberikan bobot hubungan suatu kata (*term*) terhadap dokumen dan *cosine similarity* merupakan salah satu ukuran kemiripan teks yang populer dan digunakan untuk menghitung nilai *cosines* sudut antara dua vektor.

Aplikasi *Electronic Document Management System (E-DMS)* berbasis web dalam penelitian ini mampu memajemen dokumen di Ruang Baca Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo dan kemudahan dalam memanfaatkan dokumen secara efektif dengan hasil pencarian lebih tepat dan efektif dengan menggunakan acuan *threshold* sebesar 0,0175, menunjukkan nilai rata-rata *recall* pada aplikasi ini sebesar 98,75% dengan nilai rata-rata *Precision* sebesar 69,24%. Sedangkan nilai rata-rata *interpolated precision* sebesar 89,3 % Nilai kemiripan tertinggi terdapat pada kata kunci “jalur terpendek” dengan nilai kemiripan sebesar 70,51%.

Kata Kunci : *E-DMS*, Pengarsipan dokumen, *Metode tf/idf*, *cosine similarity*, *threshold*

## **1. PENDAHULUAN**

Kemajuan teknologi saat ini semakin pesat perkembangannya. Sebagai salah satu produk teknologi adalah komputer yang sangat bermanfaat bagi masyarakat. Banyak pekerjaan manusia yang dapat dibantu oleh komputer sehingga manusia dapat menjadi lebih produktif dan mempunyai waktu senggang serta istirahat yang lebih panjang. Komputer juga membuat proses kerja menjadi lebih efisien, efektif dan memberikan hasil kerja lebih baik dan lebih cepat. Begitu juga dengan dokumen yang sebelumnya harus diketik manual dan langsung tertulis di kertas ketik yang memiliki kekurangan jika terjadi kesalahan dalam pengetikan maka dokumen tersebut harus diketik ulang dari awal agar dokumen terlihat bersih dan rapi. Selain itu dibutuhkan ruang yang cukup luas untuk mengarsipkan

dokumen yang masih berupa lembaran-lembaran tersebut. Berbeda setelah pemanfaatan komputer yang sudah merata di segala bidang khususnya dalam pembuatan dokumen dan penyimpanan dokumen pada saat ini, berkas-berkas bisa disimpan dan diakses serta dilakukan perubahan seperlunya.

Konsekuensinya semakin banyak jumlah dokumen-dokumen yang tersimpan di komputer juga menyulitkan dalam pengorganisasian dokumen itu sendiri apalagi dalam suatu organisasi atau perusahaan yang memiliki jumlah banyak user dengan kebutuhan dokumen yang sama. Dan lebih efektif lagi jika dokumen-dokumen tersebut tersimpan dalam komputer khusus yang akan menjadi pusat penyimpanan dokumen suatu organisasi. Dari hal itu maka diperlukan sebuah aplikasi khusus yang dapat menjembatani permasalahan diatas serta teknik

pengarsipan dokumen berupa *softcopy* tersebut dengan hak akses user yang berbeda sesuai dengan level pengguna guna mengefisienkan dan mengoptimalkan pemanfaatan kembali dokumen-dokumen elektronik tersebut atau yang dikenal dengan *Electronic Document Management System* (E-DMS). Aplikasi E-DMS dalam penelitian ini mengambil studi kasus manajemen penelitian dengan menggunakan metode *tf/idf* untuk melakukan pencarian dokumen dan memperoleh hasil yang lebih tepat dan efektif. Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas, maka masalah dalam Penelitian ini adalah Bagaimana merancang dan membuat aplikasi *Electronic Document Management System* (E-DMS) berbasis web yang tepat dan efisien dengan memanfaatkan metode *tf/idf* dalam proses pencarian informasi dokumen. Sedangkan tujuan dalam Penelitian ini adalah membantu administrasi dalam pengarsipan dokumen dan pencarian dokumen sehingga dapat mengefisienkan waktu dalam pencarian dokumen.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Izam Nurazwar, Teknik Informatika, ITS dalam penelitiannya yang berjudul “Pembangunan Aplikasi *Document Management System* Berbasis Web”, uji coba aplikasi dilakukan pada studi kasus manajemen dokumen tugas akhir mahasiswa Informatika ITS. Dari hasil uji coba tersebut, *Document Management System* dapat memudahkan pembuatan, klasifikasi, pengaturan hak akses dan pencarian dokumen [1]. Pada penelitian ini, penulis mengkombinasikan pembuatan *Document Management System* dengan pencarian menggunakan metode *tf/idf* dan *cosine similarity*.

Rohmawati Fuat, Sistem Informasi, ITS dalam penelitiannya “Sistem Penilaian Esai Otomatis Pada *E-Learning* Dengan Metode *Cosine Similarity*”. Diperoleh sebuah kesimpulan bahwa implementasi algoritma *cosine similarity* dalam sistem esai penilaian otomatis akurat. Nilai *similarity* yang dihasilkan sistem dikonversi kedalam nilai mahasiswa berdasarkan range yang sudah didefinisikan. Hasil uji coba menunjukkan kesesuaian nilai sistem dengan nilai human raters antara 78.57% -96.99% [2]. Mengacu pada hasil penelitian diatas, dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *cosine similarity* untuk membandingkan antara kesamaan *query* pencarian dengan *term* dokumen yang ada dalam *database*.

Irwan Darmawan, Teknik Informatika, Universitas Trunojoyo, 2010 dalam penelitiannya “Rancang Bangun Aplikasi *Keyword Generator*

Untuk Mendukung Pencarian Dokumen Menggunakan Metode TF-IDF”, dibangun suatu sistem *keyword generator* berbasis java yang mampu mengekstrak teks dari 3 jenis dokumen yang berekstensi *pdf*, *txt* dan *doc*. Adapun pencarian dokumen dilakukan melalui aplikasi berbasis web dengan menggunakan metode *tf/idf* [3]. Dalam penelitian ini, penulis mengaplikasikan 5 macam dokumen yang dapat diekstraksi dan menggunakan metode *tf/idf* sebagai acuan dasar untuk proses pembobotan *term* dan menggunakan *cosine similarity* sebagai ukuran kemiripan teks dalam proses pencarian.

### 2.2 Document Management System

*Document Management System* Merupakan program yang digunakan untuk melakukan pengelolaan terhadap dokumendokumen serta arsip elektronik lainnya. Dokumen tersebut bisa berupa file yang diolah melalui *word processor* ataupun berupa dokumen dengan format *image*. Untuk format *image* ini biasanya merupakan dokumen hasil *scan* dari dokumen fisik berupa kertas. *Document Management System* (DMS) [5] bermanfaat dalam mengefektifkan dan mengefisienkan proses bisnis. Manfaat yang utama adalah pengguna dapat menemukan informasi yang dibutuhkan dengan cepat, sehingga dapat membantu proses menjadi lebih cepat, baik dan murah.

### 2.3 Sistem Temu Balik Informasi

Temu kembali informasi (*information retrieval*) adalah ilmu pencarian informasi pada dokumen, pencarian untuk dokumen itu sendiri, pencarian untuk metadata yang menjelaskan dokumen, atau mencari di dalam *database*, baik relasi *database* yang *stand-alone* atau *hypertext database* yang terdapat pada *network* seperti internet atau *World Wide Web* atau intranet, untuk teks, suara, gambar, atau data. *Information retrieval* (IR) adalah ilmu yang lahir dari berbagai disiplin ilmu, baik ilmu komputer, matematika, ilmu kepastakaan, ilmu informasi, psikologi kognitif, linguistik, statistik, maupun fisika. Secara prinsip, penyimpanan informasi dan penemuan kembali informasi adalah hal yang sederhana. Misalkan terdapat tempat penyimpanan dokumen-dokumen dan seseorang (*user*) merumuskan suatu pertanyaan (*request* atau *query*) yang jawabannya adalah himpunan dokumen yang mengandung informasi yang diperlukan yang diekspresikan melalui pertanyaan *user*. *User* bisa saja memperoleh dokumen-dokumen yang diperlukannya dengan membaca semua dokumen dalam tempat penyimpanan, menyimpan dokumen-dokumen yang relevan dan membuang dokumen lainnya. Hal ini

merupakan *perfect retrieval*, tetapi solusi ini tidak praktis. Karena *user* tidak memiliki waktu atau tidak ingin menghabiskan waktunya untuk membaca seluruh koleksi dokumen, terlepas dari kenyataan bahwa secara fisik *user* tidak mungkin dapat melakukannya. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem temu kembali informasi (*information retrieval system*) untuk membantu *user* menemukan dokumen yang diperlukannya. Model IR ada tiga jenis, yaitu :

- Model Boolean : merupakan model IR sederhana yang berdasarkan atas teori himpunan dan aljabar boolean.
- Model Vector Space : merupakan model IR yang merepresentasikan dokumen dan *query* dalam bentuk vektor dimensional.
- Model Probabilistic : merupakan model IR yang menggunakan *framework* probabilistik.

## 2.4 TF-IDF (Terms Frequency-Inverse Document Frequency)

Metode *Tf-Idf* [4] merupakan suatu cara untuk memberikan bobot hubungan suatu kata (*term*) terhadap dokumen. Metode ini menggabungkan dua konsep untuk perhitungan bobot yaitu, frekuensi kemunculan sebuah kata didalam sebuah dokumen tertentu dan inverse frekuensi dokumen yang mengandung kata tersebut. Frekuensi kemunculan kata didalam dokumen yang diberikan menunjukkan seberapa penting kata tersebut didalam dokumen tersebut. Frekuensi dokumen yang mengandung kata tersebut menunjukkan seberapa umum kata tersebut. Sehingga bobot hubungan antara sebuah kata dan sebuah dokumen akan tinggi apabila frekuensi kata tersebut tinggi didalam dokumen dan frekuensi keseluruhan dokumen yang mengandung kata tersebut yang rendah pada kumpulan dokumen (*database*).

Rumus umum untuk *Tf-Idf* :

$$w_{ij} = tf_{ij} \times idf$$

$$w_{ij} = tf_{ij} \times \log (N/n) (1)$$

Keterangan :

- W<sub>ij</sub> = bobot kata/term t<sub>j</sub> terhadap dokumen di  
 Tf<sub>ij</sub> = jumlah kemunculan kata/term t<sub>j</sub> dalam di  
 N = jumlah semua dokumen yang ada dalam database  
 n = jumlah dokumen yang mengandung kata/term t<sub>j</sub> (minimal ada satu kata yaitu term t<sub>j</sub>)

Berdasarkan rumus diatas, berapapun besarnya nilai tf<sub>ij</sub>, apabila N = n maka akan didapatkan hasil 0 (nol) untuk perhitungan Idf.

Untuk itu dapat ditambahkan nilai 1 pada sisi Idf, sehingga perhitungan bobotnya menjadi sbb:

$$w_{ij} = tf_{ij} \times \log (N/n + 1) \quad 1$$

Rumus (2) dapat dinormalisasi dengan Rumus (3) dengan tujuan untuk menstandarisasi nilai bobot ke dalam interval 0 s.d. 1, sbb: Rumus Tf-Idf dengan menggunakan normalisasi

$$w_{ij} = \frac{tf_{ij} \times (\log(\frac{N}{n}) + 1)}{\sqrt{\sum_{k=1}^t (tf_{ik})^2 \times [(\log(\frac{N}{n}) + 1)]^2}} \quad 2$$

## 2.5. Ukuran Kemiripan

Model ruang vektor dan pembobotan tf-idf digunakan untuk merepresentasikan nilai numerik dokumen sehingga kemudian dapat dihitung kedekatan antar dokumen. Semakin dekat dua vektor di dalam suatu VSM maka semakin mirip dua dokumen yang diwakili oleh vektor tersebut. Kemiripan antar dokumen dihitung menggunakan suatu fungsi ukuran kemiripan (*similarity measure*). Ukuran ini memungkinkan perankingan dokumen sesuai dengan kemiripan (*relevansi*)nya terhadap *query*. Setelah dokumen diranking, sejumlah tetap dokumen top-scoring dikembalikan kepada pengguna. Alternatifnya, suatu *threshold* dapat digunakan untuk memutuskan berapa banyak dokumen akan dikembalikan. *Threshold* dapat digunakan untuk mengontrol tarik-ulur antara *presisi* dan *recall*. Nilai *threshold* tinggi biasanya akan menghasilkan *presisi* tinggi dan *recall* rendah. Salah satu ukuran kemiripan teks yang populer adalah *cosine similarity*. Ukuran ini menghitung nilai *cosines* sudut antara dua vektor. Jika terdapat dua vektor dokumen *dj* dan *query q*, serta *t* term diekstrak dari koleksi dokumen maka nilai *cosinus* antara *dj* dan *q* didefinisikan sebagai :

$$Similarity (\vec{d_j}, \vec{q}) = \frac{\vec{d_j} \cdot \vec{q}}{|\vec{d_j}| |\vec{q}|} = \frac{\sum_{i=1}^t (w_{ij} \cdot w_{iq})}{\sqrt{\sum_{i=1}^t w_{ij}^2 \cdot \sum_{i=1}^t w_{iq}^2}} \quad 3$$

## 2.7 Threshold

Untuk memperoleh hasil pencarian dokumen yang maksimal dan dinyatakan mirip diperlukan sebuah nilai batas (*Threshold value*). Untuk mendapatkan nilai batas (*Threshold value*) diperlukan suatu data training (*retrospective document*). Nilai *threshold* (nilai batas) yang paling bagus digunakan adalah 0.0175 dengan nilai *recall-precision* 79 % dan nilai *recall* rata-rata 76 % dan *precision* rata-rata 87% [6].



### III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang di gunakan adalah sebagai berikut :

#### 3.1. Studi Literatur

Dukungan teori dan bahan – bahan bacaan mengenai rekayasa perangkat lunak, Web Programming, teori mengenai STBI (Sistem Temu Balik Informasi) dan metode STBI yang menunjang penelitian sangat membantu peneliti untuk memahami obyek penelitian.

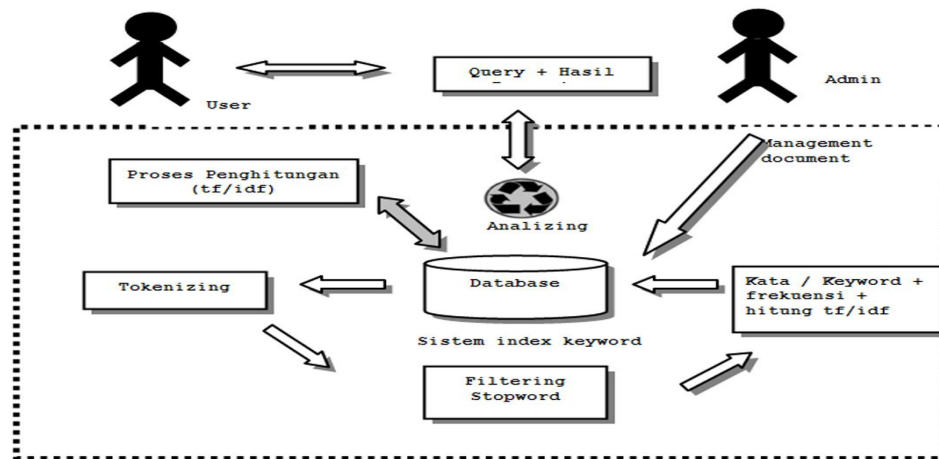
#### 3.2. Survey, pengumpulan data dan informasi

Tahap Studi Lapangan atau Survey dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan melihat secara langsung dan lebih mendetail permasalahan yang akan diteliti, sehingga diperoleh data-data atau informasi yang diperlukan. Pada tahap ini dilakukan dengan cara:

1. *Interview* yaitu suatu cara mendapatkan data melalui wawancara langsung dengan orang yang berhubungan langsung dengan masalah.
2. *Observasi* yaitu cara pengumpulan data yang dilakukan dengan mengadakan peninjauan langsung dengan objek yang diteliti

#### 3.3. Analisa dan Perancangan Perangkat Lunak

Analisa dan Perancangan sistem digunakan untuk memberikan gambaran secara umum mengenai aplikasi yang akan dibuat. Hal ini berguna untuk menunjang pembuatan aplikasi sehingga kebutuhan akan aplikasi tersebut dapat diketahui. Tahap ini terdiri dari Analisa Sistem, analisa User merupakan identifikasi berapa user yang di butuhkan atau yang boleh mengakses aplikasi tersebut, *Analisa Kebutuhan Hardware dan software*, *Blok Diagram rancangan sistem* (gambar 1), *Desain Use Case Diagram*, *Perancangan Database*, *Perancangan Interface* atau antar muka aplikasi.



Gambar 1. Blok Diagram Rancangan Sistem

#### 3.4. Proses Implementasi dan Pengujian

Tahap ini menjelaskan tentang proses implementasi dan uji coba berdasarkan semua kebutuhan pengguna (*user requirement*), pengumpulan data dan informasi kumpulan buku tugas akhir di ruang baca fakultas teknik. Pada tahap ini akan di implementasikan dengan menggunakan tools baik *software* maupun *hardware* yang mensupport sistem. Selama implementasi, pada tiap-tiap bagian tertentu dilakukan proses pengujian secara bertahap hingga pada akhirnya seluruh hasil implementasi telah mengalami pengujian dengan baik.

#### 3.5. Pengambilan Kesimpulan

Setelah dilakukan implementasi dan uji coba maka hasil data tersebut akan dianalisa untuk

memperoleh suatu kesimpulan.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan sistem yang telah dibuat, diimplementasikan dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak dengan spesifikasi sebagai berikut.

#### Desain Antarmuka view dokumen

Aplikasi ini didesign dengan 2 antar muka utama, yaitu antarmuka khusus *user* dengan level petugas serta administrator dan gambaran secara singkat dari antarmuka aplikasi yang telah dibuat.



Gambar 2. Desain Antarmuka Menu View Dokumen

Pada gambar di atas tampak semua informasi yang berkaitan dengan dokumen yang telah dipilih, termasuk file dokumen elektronik yang sudah diunggah.

### Uji Coba

Dalam ujicoba sistem ini digunakan data ujicoba sebagai berikut :

1. Jumlah koleksi dokumen abstraksi yang digunakan sebanyak 143 koleksi dokumen tugas akhir dari angkatan 2001-2006 jurusan

Teknik Informatika yang diambil dari koleksi Ruang Baca Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo.

2. Daftar *Stopword* yang digunakan sebanyak 938 kata.
3. Indeks kata (*term*) yang berhasil diberi bobot sebanyak 8,547 kata.
4. *Keyword* yang digunakan dalam data ujicoba ini adalah keyword yang diambil secara acak dan memiliki keterkaitan dengan koleksi abstraksi tugas akhir.



Gambar 3. Implementasi Pencarian Dokumen

Tabel 1. Hasil ujicoba dengan menggunakan acuan *threshold* sebesar 0,0175

No.	Keyword	Relevan		Tidak Relevan Ditemukan (b)	Recall	Precision	Nilai Similarity Maks (Relevan)
		Ditemukan (a)	Tidak Ditemukan (c)				
1	metode <i>fuzzy</i>	3	0	53	100,00%	5,36%	25,85%
2	jalur terpendek	2	0	2	100,00%	50,00%	70,51%
3	Sistem Informasi	27	0	81	100,00%	25,00%	39,72%
4	Animasi	9	0	0	100,00%	100,00%	41,12%
5	<i>Neural Network</i>	4	0	3	100,00%	57,14%	23,43%
6	game	9	0	0	100,00%	100,00%	62,09%
7	pengolahan citra	3	0	16	100,00%	15,79%	30,62%
8	<i>game multiplayer</i>	1	0	8	100,00%	11,11%	36,67%
9	multimedia	12	0	0	100,00%	100,00%	19,66%
10	enkripsi	7	0	0	100,00%	100,00%	34,34%
11	teknologi informasi	10	0	63	100,00%	13,70%	21,02%
12	<i>repository</i>	3	0	0	100,00%	100,00%	19,08%
13	<i>content management system</i>	1	0	14	100,00%	6,67%	39,79%
14	kriptografi	7	0	0	100,00%	100,00%	30,43%
15	vektor	2	0	0	100,00%	100,00%	24,01%
16	<i>object oriented</i>	2	0	0	100,00%	100,00%	22,64%
17	peramalan	6	0	0	100,00%	100,00%	67,00%
18	<i>euclidean distance</i>	3	0	0	100,00%	100,00%	37,51%
19	simulasi	3	1	0	75,00%	100,00%	7,86%
20	<i>steganography</i>	1	0	0	100,00%	100,00%	48,66%
Rata-rata					98,75%	69,24%	35,10%

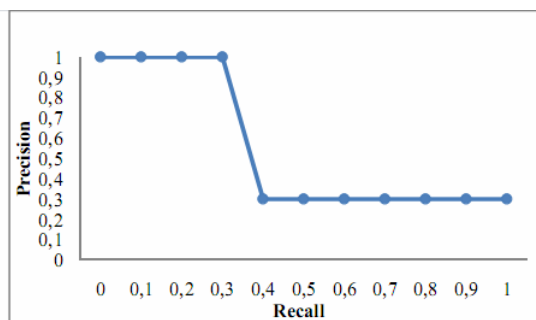
Berdasarkan hasil ujicoba seperti yang tertera pada tabel 1. diatas dengan menggunakan acuan *threshold* sebesar 0,0175, menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *tf/idf* dan pendekatan pencarian dengan *cosine similarity* menghasilkan nilai recall yang baik dengan nilai sebesar 98,75%. Sedangkan nilai rata-rata *Precision* sebesar 69,24%. Hal ini berkaitan dengan jumlah dokumen yang berhasil di indeks. Semakin banyak jumlah dokumen yang berhasil di indeks maka jumlah dokumen yang

relevan bisa juga semakin besar dan akan berpengaruh pada nilai *recall*, namun besar pula jumlah *noise* (atau dokumen yang tidak relevan), sehingga tingkat *precision* pun menjadi rendah. Nilai kemiripan tertinggi terdapat pada kata kunci “jalur terpendek” dengan nilai kemiripan sebesar 70,51%

Sedangkan pengukuran performansi dengan mempertimbangkan aspek keterurutan atau rangking dilakukan dengan melakukan interpolasi antara *precision* dan *recall*

Tabel 2. pengukuran performansi

NO	KEYWORD	NILAI RECALL	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	Rata-rata
1	metode fuzzy		1	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,555
2	jalur terpendek		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
3	Sistem Informasi		1	1	0,857	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0,323
4	Animasi		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
5	Neural Network		1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,909
6	game		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
7	pengolahan citra		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
8	game multiplayer		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
9	multimedia		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
10	enkripsi		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
11	teknologi informasi		0,25	0,25	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,064
12	repository		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
13	content management system		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
14	kriptografi		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
15	vektor		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
16	object oriented		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
17	peramalan		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
18	euclidean distance		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
19	simulasi		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
20	steganography		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
														0,893



Grafik 1. Interpolasi Recall Precision untuk Keyword Metode Fuzzy

Nilai interpolasi *precision* pada *recall* standard ini dirata-ratakan menjadi rata-rata *interpolated precision* untuk menggambarkan performansi sistem temu kembali informasi. Nilai rata-rata *interpolated precision* untuk hasil uji coba diatas menghasilkan nilai sebesar 0,893 atau sebesar 89,3%.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Aplikasi Electronic Document Management System (E-DMS) berbasis web dalam penelitian ini mampu memanajemen dokumen di Ruang Baca FT Universitas Trunojoyo dan kemudahan dalam memanfaatkan dokumen

secara efektif.

2. Pemanfaatan metode tf/idf sebagai pembobotan term dan cosine similarity sebagai ukuran kemiripan teks dalam proses pencarian informasi dokumen pada aplikasi EDMS ini mampu memperoleh hasil pencarian lebih tepat dan efektif dengan menggunakan acuan threshold sebesar 0,0175, menunjukkan nilai rata-rata recall pada aplikasi ini sebesar 98,75% dengan nilai rata-rata Precision sebesar 69,24%. Sedangkan nilai untuk rata-rata interpolated precision menghasilkan nilai yang cukup baik dengan nilai sebesar 89,3 %. Nilai kemiripan tertinggi terdapat pada kata kunci “jalur terpendek” dengan nilai kemiripan sebesar 70,51%.

Adapun saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah :

1. Perlu diadakan penyempurnaan *E-DMS* sehingga diperoleh *E-DMS* yang handal, keamanan dokumen yang lebih baik sehingga dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan pihak Universitas Trunojoyo.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan *stemming* dalam proses pembobotan dan pencarian sehingga diperoleh hasil kemiripan dokumen terkait yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurazwar, Izam. 2007. Pembangunan Aplikasi Document Management System Berbasis Web. Tugas Akhir. Surabaya: ITS.
- [2] Fuat, Rohmawati. 2010. Sistem Penilaian Esai Otomatis Pada E-Learning Dengan Metode Cosine Similarity. Tugas Akhir. Surabaya: ITS.
- [3] Darmawan, Irwan. 2010. . Rancang Bangun Aplikasi Keyword Generator Untuk Mendukung Pencarian Dokumen Menggunakan Metode TF-IDF. Tugas Akhir. Bangkalan : Universitas Trunojoyo.
- [4] Intan, R., Defeng, A. 2006. HARD: Subject-based Search Engine menggunakan TF-IDF dan Jaccard's Coefficient.
- [5] Mandala, Rila. 2006. SNATI 2006: Peningkatan Performansi Sistem Temu-Kembali Informasi dengan Perluasan Query Secara Otomatis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [6] Arifin, A. Z. dan Setiono, A. N. Klasifikasi Dokumen Berita Kejadian Berbahasa Indonesia dengan Algoritma *Single Pass Clustering*. Proceeding of Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (SITIA). Surabaya : ITS.

# SISTEM PENGELOLAAN DAN PENCARIAN DATA LOWONGAN KERJA DI ACCDENGAN KRITERIA YANG DITENTUKAN

**Dison Librado**

*Jurusan Manajemen Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta*

*Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta*

*085643430750*

*e-mail : dison@akakom.ac.id*

## **Abstrak**

Akakom *Career Center* (ACC) adalah satu unit dalam Bidang Kemahasiswaan dan Alumni di STMIK AKAKOM. Deskripsi Pekerjaan yang ditangani oleh bagian ini adalah mengelola data alumni, mengelola informasi berkaitan dengan lowongan pekerjaan, dan menjalin komunikasi dengan para alumni yang telah bekerja. Bidang ini memiliki masalah dalam mengelola data lowongan pekerjaan dari perusahaan untuk diinformasikan kepada para pencari kerja, khususnya alumni STMIK AKAKOM. Dengan demikian dirasa perlu adanya sistem yang dapat mengelola data lowongan kerja di ACC ini. Masalah yang akan dianalisis adalah “Bagaimana membangun suatu aplikasi untuk dapat membantu pengelolaan data lowongan kerja di ACC STMIK AKAKOM?”

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Prototyping*, yaitu dengan tahapan survey sistem, analisis sistem, desain sistem, pembuatan sistem, implementasi sistem, dan pemeliharaan sistem.

Hasil penelitian ini berupa satu Aplikasi Pengolahan Data Lowongan Kerja di Bagian Kemahasiswaan dan Alumni yang dapat digunakan untuk mengelola data lowongan kerja di bagian ini. Data yang diinputkan dari berkas lowongan kerja akan tersimpan secara digital dan dapat dipanggil kembali untuk kepentingan pengguna yang membutuhkan informasi ini. Output yang dapat dihasilkan berupa laporan lowongan kerja berdasarkan kategori-kategori tertentu dari potensi yang dimiliki oleh pencari kerja. Laporan tersebut dapat memudahkan dan bermanfaat bagi para pencari kerja, membantu melancarkan penyampaian informasi dari pihak penyedia lowongan kerja, dan membantu kinerja unit ACC.

Kata kunci: ACC, Data, Informasi, Lowongan Kerja

## **1. Pendahuluan**

Pengolahan data untuk menghasilkan informasi menjadi kegiatan rutin yang harus dilakukan oleh sebagian besar organisasi karena informasi tersebut akan berguna dan mendukung penerimanya dalam pembuatan keputusan. Masalah yang dihadapi adalah pengguna seringkali menerima informasi yang kurang berkualitas. Beberapa penyebab yang dapat menurunkan kualitas informasi yang dihasilkan dicoba untuk diminimalkan. Salah satu penyebab menurunnya kualitas informasi adalah karena informasi tersebut tidak akurat, karena terdapat kesalahan di dalamnya. Kesalahan dapat terjadi karena beberapa sebab seperti data yang diinputkan salah, cara penginputan data yang salah,

atau karena data telah kedaluarsa. Cara penginputan data yang salah dapat terjadi karena operator yang melakukan kesalahan, baik disengaja maupun tidak disengaja, akan dapat mempengaruhi informasi yang dihasilkan.

Bidang kemahasiswaan dan alumni adalah salah satu bagian yang terdapat dalam bagian struktur organisasi di STMIK AKAKOM Yogyakarta. Bagian ini berada di bawah wewenang Pembantu Ketua 3 Bidang Kemahasiswaan. Deskripsi Pekerjaan yang ditangani oleh bagian ini adalah mengolah dan mengelola data alumni, mengelola informasi yang berkaitan dengan lowongan pekerjaan, dan selalu menjalin komunikasi dengan para alumni yang telah bekerja untuk menangkap peluang kesempatan kerja manakala di tempat kerja mereka

membuka lowongan pekerjaan. Salah satu pekerjaan yang ditangani oleh bagian ini, yang berkaitan dengan data, adalah mengolah dan mengelola data lowongan kerja. Jika selama ini pekerjaan tersebut masih ditangani secara *semi computerize*, artinya pekerjaan tersebut telah menggunakan bantuan komputer dalam mengolah data tetapi masih sebatas digunakan untuk penginputan dan penyimpanannya saja, maka pekerjaan ini akan lebih efisien dan efektif jika dibantu dengan menggunakan aplikasi berbasis komputer.

Dengan latar belakang masalah seperti yang disampaikan maka dapat dibuat rumusan masalahnya yaitu, bagaimana suatu aplikasi dapat membantu pengelolaan data lowongan kerja di bagian kemahasiswaan dan alumni STMIK AKAKOM?

Dalam penelitian ini pembatasan masalah dilakukan untuk membatasi ruang lingkup permasalahan, yaitu aplikasi yang akan dibuat adalah aplikasi berbasis desktop yang menggunakan bahasa pemrograman java untuk mengolah dan mengelola data lowongan kerja di bagian kemahasiswaan dan alumni STMIK AKAKOM. Data diinputkan dari berkas lowongan kerja yang masuk di bagian kemahasiswaan dan alumni STMIK AKAKOM berupa surat penawaran kerja atau lowongan kerja, poster lowongan kerja, dan informasi-informasi dalam bentuk lain yang berkaitan dengan penawaran kerja atau lowongan kerja dari perusahaan-perusahaan, instansi pemerintah maupun swasta, serta institusi pendidikan, dan akan dihasilkan laporan lowongan kerja berdasarkan kategori-kategori yang telah ditentukan yang bermanfaat bagi para pencari kerja, membantu melancarkan penyampaian informasi dari pihak penyedia lowongan kerja, dan juga bagian kemahasiswaan dan alumni itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi berbasis java untuk mengolah dan mengelola data lowongan kerja yang terdapat di bagian kemahasiswaan dan alumni STMIK AKAKOM. Diharapkan bagian kemahasiswaan dan alumni akan mendapatkan manfaat berupa kemudahan dan kelancaran dalam mengolah dan mengelola data lowongan kerja untuk menghasilkan informasi secara efisien dan efektif. Efisiensi dan efektifitas kerja pada bagian ini dapat menunjang eksistensinya pada lingkungan dunia kerja nantinya.

Penelitian dengan topik yang serupa pernah dilakukan dengan judul Sistem Informasi Pencari Kerja pada Kecamatan Dayeuh Kolot Kabupaten Bandung (Layla FitriaTawil, 2005). Penelitian tersebut membahas Sistem Informasi Pencari Kerja yang digunakan untuk mengolah data pencari kerja pada Kantor Kecamatan Dayeuh Kolot, Kabupaten

Bandung. Pengolahan data yang dilakukan termasuk pengarsipan data pencari kerja, data perusahaan, data lowongan kerja serta analisis penempatan kerja. Sistem informasi ini membuat pengolahan data pencari kerja pada Kantor Kecamatan Dayeuh Kolot, Kabupaten Bandung menjadi lebih efisien dan efektif. Dan penyediaan informasi menjadi relatif lebih cepat dikarenakan sistem informasi yang digunakan berbasis komputer. Pada penelitian yang akan dilakukan akan ditambahkan fitur sistem yang manfaatnya ditujukan bagi operator dan bagian yang menangani informasi lowongan kerja untuk kepentingan manajemen organisasi bagian tersebut. Karya ilmiah lain yang dapat dijadikan referensi adalah yang berjudul Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penerimaan Order (Tarolina, 2007). Karya ilmiah ini menerangkan bahwa informasi merupakan elemen penting untuk mengintegrasikan elemen-elemen yang terdapat pada sebuah sistem. Aliran data dan informasi yang masih bersifat konvensional mengakibatkan aliran informasi yang lambat dan terjadinya duplikasi data. Proses penerimaan order akan melibatkan beberapa divisi yang ada pada workshop PT. X. Untuk menghasilkan kinerja operasional yang baik maka perusahaan membutuhkan aliran data dan informasi yang menunjang proses pengambilan keputusan dan pengendalian oleh pihak manajemen.

Penelitian dengan topik tentang lowongan kerja yang lain telah ditulis dengan judul Implementasi Metode *Simple Additive Weighting* (Saw) dalam Sistem Informasi Lowongan Kerja Berbasis Web untuk Rekomendasi Pencari Kerja Terbaik (Destriyana Darmastuti, 2013). Sistem informasi lowongan yang ada masih menggunakan pencarian berdasarkan atribut setiap permintaan dan tidak ada profil dari penyedia data pekerjaan pengolahan dan pencari kerja. Ini akan membuat sulit bagi penyedia layanan untuk menyaring calon pelamar kerja yang telah diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu sistem kerja berbasis web informasi yang akan mempertemukan pencari kerja dan penyedia kerja dan menerapkan metode SAW yang dapat memberikan pencari kerja rekomendasi terbaik sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh pemberi kerja. Aplikasi berbasis web yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Metode yang digunakan adalah *Simple Additive Weighting Method* (SAW). Kriteria yang digunakan adalah nilai IPK, tinggi badan, status perkawinan, usia, nilai SMA, tingkat pendidikan, status terakreditasi, akreditasi jurusan, program akreditasi, kondisi mata, pengalaman, program kebugaran dan kemampuan bahasa asing (nilai TOEFL). Hasil menunjukkan bahwa metode *Simple Additive Weighting* (SAW) mampu menghasilkan pencari kerja rekomendasi terbaik



berdasarkan kriteria yang disyaratkan. Sistem ini lebih difokuskan pada penyediaan informasi bagi pencari kerja, sedangkan sistem yang akan dibuat menyediakan pula sarana input data lowongan pekerjaan yang disediakan oleh instansi atau perusahaan.

## 2. Metode Penelitian

Beberapa tahap yang akan dilalui dalam penelitian ini adalah mengikuti siklus hidup pengembangan sistem model *Prototyping*, yaitu dengan tahapan survey sistem, analisis sistem, desain sistem, pembuatan sistem, implementasi sistem, dan pemeliharaan sistem. Pada tahap survey sistem, upaya yang dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan, peluang, arahan melalui investigasi awal dalam melihat kebutuhan organisasi untuk mendapatkan fakta tentang kondisi saat ini yang ada dan terjadi pada objek penelitian. Selanjutnya dilakukan tahap analisis, yaitu teknik pemecahan masalah yang mendekomposisi sebuah sistem menjadi komponen-komponen penyusunannya dalam rangka mempelajari lebih jauh bagaimana komponen sistem tersebut bekerja dan berinteraksi dengan komponen lainnya untuk tujuan tertentu. Tahapan berikutnya adalah perancangan sistem, yaitu tahap untuk merancang sistem yang akan dibuat. Perancangan sistem berfokus pada bagaimana sistem itu dibentuk untuk memenuhi kebutuhan dari fase analisis sistem. Manfaat desain sistem memberikan rancang bangun yang lengkap sebagai penuntun bagi programmer dalam mengembangkan aplikasi.

### 2.1 Analisis Sistem

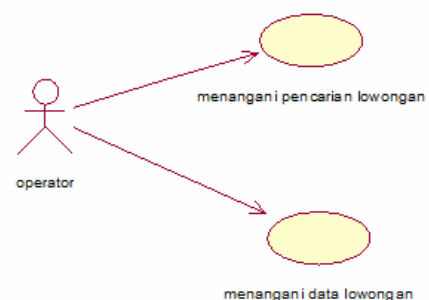
Unit Akakom Career Center (ACC) dibentuk pada bulan Maret tahun 2011. Unit ACC ini berada di bawah Kepuketan 3 (Unit Pembantu Ketua 3) Bidang Kemahasiswaan, Kewirausahaan, Alumni, dan Pusat Karier. Keberadaannya adalah untuk membantu PUKET 3 mengelola data alumni dan mewadahi alumni Akakom dalam Keluarga Alumni Akakom (KALOKA). Fungsi yang lain dari unit ACC ini adalah menyediakan informasi pekerjaan di perusahaan-perusahaan dan membantu menyalurkan alumni agar dapat terserap dalam dunia kerja. Walaupun unit ini dengan satu orang staf dalam melaksanakan tugasnya telah menggunakan perangkat komputer namun belum didukung oleh sistem informasi yang memadai, sehingga efisiensi pengelolaan data di bidang alumni dan karier ini belum tercapai. Dari ruang lingkup yang telah dibuat pada di depan, maka lingkup analisis penelitian ini akan dibatasi pada peran ACC dalam mengelola data lembaga, organisasi, institusi pemerintah maupun

swasta, institusi pendidikan, atau perusahaan-perusahaan yang membuka lowongan pekerjaan dan berkeinginan untuk mendapatkan calon tenaga kerja dari alumni AKAKOM.

Sistem yang ada sekarang di ACC menggunakan cara manual yaitu dengan menuliskan data dari pembawa berkas lowongan kerja pada buku tamu dan info lowongan. Lowongan tersebut diterima di unit ACC beserta surat permohonan dari institusi yang bersangkutan. Data yang diinputkan terdiri dari Nomor Urut, Hari dan Tanggal, Nama dan Nomor Telepon, Nama Instansi, dan Keterangan. Sementara data yang terkait dengan lowongan pekerjaan itu sendiri diperoleh dari media grafis yang disertakan dalam surat permohonan berupa selipat, brosur, pamflet, atau poster untuk ditempel oleh ACC. Media grafis tersebut akan dipindai menggunakan pemindai sehingga menghasilkan dokumen digital berupa gambar untuk disimpan dalam komputer ACC. Dengan demikian untuk menggali kembali (*retrieval*) data lowongan pekerjaan tersebut hanya dapat dilakukan dengan mengidentifikasi nama file gambar yang tersimpan untuk dicocokkan dengan data yang tersimpan dalam buku tamu dan info lowongan.

### 2.2 Pemodelan Sistem

Perancangan sistem informasi Pengolahan Data Lowongan Kerja di Bagian Kemahasiswaan dan Alumni yang akan dibuat ini menggunakan pendekatan Unified Modelling Language (UML). Sistem informasi yang akan dibangun dimodelkan dengan beberapa diagram yang merupakan bagian dari UML. Untuk memodelkan sistem yang akan dibuat ini salah satunya dapat digunakan Use Case Diagram.

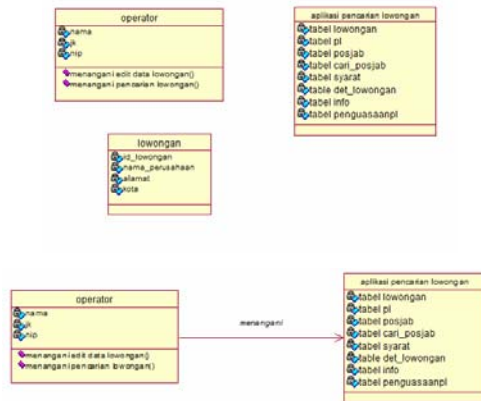


**Gambar 1. Context Use Case Diagram Sistem Informasi Pengolahan Data Lowongan Kerja**

Dari diagram ini dapat dijelaskan kegiatan yang dilakukan oleh operator sebagai aktor dan pengguna dari sistem untuk mengerjakan penanganan data lowongan pekerjaan dan pencarian lowongan.

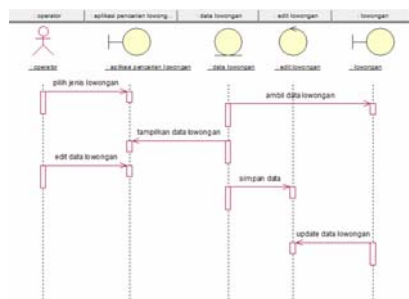


Untuk membantu menunjukkan struktur kelas-kelas dari sistem yang akan dibangun, digunakan Class Diagram. Dengan diagram ini dapat ditunjukkan pula hubungan antar kelas serta penjelasan detail tiap-tiap kelas dalam model desain dari sistem tersebut. Paparan dari hubungan antar kelas dalam sistem tersebut dimodelkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 4. Class Diagram Asosiasi Sistem

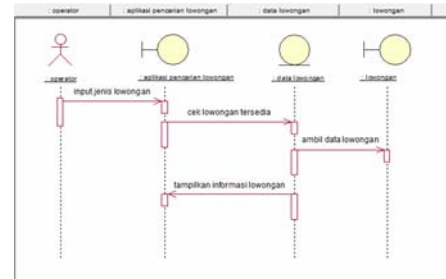
Diagram Sequence digunakan untuk menjelaskan secara detail tentang tahap demi tahap apa yang seharusnya terjadi untuk menyelesaikan pekerjaan. Diagram Sequence untuk penanganan data lowongan digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Sequence Diagram penanganan data lowongan

Pada tahap menangani data lowongan, operator akan menginputkan data lowongan sesuai dengan penawaran lowongan pekerjaan yang diberikan oleh perusahaan. Data ini pun dapat diedit sesuai dengan kebutuhannya.

Diagram Sequence untuk menangani pencarian lowongan digambarkan sebagai berikut.

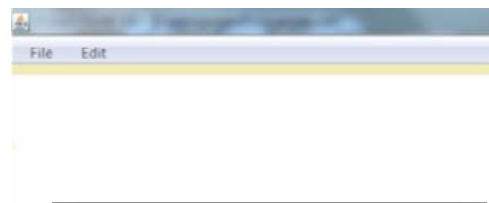


Gambar 3. Sequence Diagram penanganan pencarian lowongan

Pada tahap menangani pencarian, operator akan menginputkan kategori yang terkait dengan lowongan, memeriksa lowongan yang tersedia, kemudian mengambil data lowongan yang dicari, dan menampilkan informasi tentang lowongan tersebut.

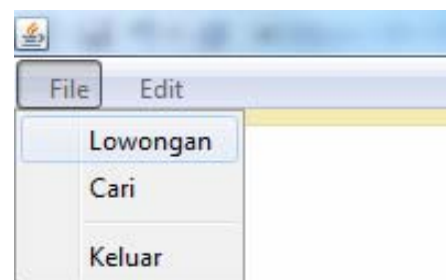
### 3. Hasil

Setelah aplikasi selesai dibangun dan dijalankan maka tampilan antarmuka (*interface*) halaman utama aplikasi inidapat dilihat seperti gambar berikut.



Gambar 5. Tampilan Menu Utama Aplikasi

Pada tampilan tersebut dapat terlihat adanya dua (2) menu yang tersedia yaitu menu File dan menu Edit. Di dalam menu File terdapat submenu Lowongan, Cari, dan Keluar seperti gambar berikut.

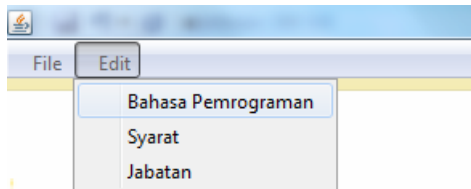


Gambar 6. Menu File

Sub menu Lowongan dapat digunakan untuk menginputkan data lowongan pekerjaan yang berasal dari perusahaan atau institusi penyedia pekerjaan. Sub menu Cari dapat digunakan untuk mencari informasi lowongan pekerjaan yang didasarkan pada

kriteria-kriteria tertentu. Sub menu Keluar dapat digunakan untuk keluar dari aplikasi Lowongan Pekerjaan.

Menu Edit di dalamnya terdapat submenu Bahasa Pemrograman, Syarat, dan Jabatan seperti gambar berikut.



Gambar 7. Menu Edit

Submenu-submenu ini digunakan masing-masing untuk inputan data Bahasa Pemrograman, data Syarat, dan data Jabatan. Data diinputkan menggunakan formulir yang dipanggil dari menu Edit. Sebagai contoh dapat ditunjukkan salah satu form inputan, yaitu untuk data Bahasa Pemrograman, yang tampilannya seperti gambar berikut.

ID PL	Bahasa
p01	java
p02	php
p03	c#
p04	VB
p05	Delphi
p06	C++

Gambar 8. Formulir input data bahasa pemrograman

Data Bahasa Pemrograman ini akan digunakan sebagai salah satu kriteria pencarian informasi. Data yang berhasil diinputkan dapat dilihat langsung dalam tabel pada bagian kanan dari form ini.

Jika semua data pendukung telah diinputkan, selanjutnya untuk menginputkan data lowongan digunakan formulir input lowonganyang dipanggil dari menu File > Lowongan. Tampilan formulir tersebut dapat dilihat seperti gambar berikut.

Gambar 9. Formulir Input Data lowongan

Fitur utama dari aplikasi ini adalah pada kemampuannya untuk mencari informasi lowongan pekerjaan yang didasarkan pada kriteria-kriteria tertentu. Sebagai contoh, implementasinya akan dilakukan pencarian informasi lowongan pekerjaan berdasarkan pada kriteria penguasaan bahasa pemrograman. Untuk memulai langkah pencarian, digunakanlah submenu Cari yang berada di bawah menu File. Jika langkah ini dilakukan maka akan dimunculkan formulir Cari Lowongan seperti gambar berikut.

Gambar 10. Formulir Pencarian Informasi Berdasarkan

### Kriteria Bahasa Pemrograman

Pemilihan kriteria dapat langsung dilakukan dengan klik pada tab yang disediakan. Berdasarkan kriteria yang biasanya dijadikan pedoman pencarian, sudah terdapat tiga (3) kriteria, yaitu Bahasa Pemrograman yang dikuasai; syarat-syarat lowongan, seperti strata pendidikan, jenis kelamin, dan lain-lain; dan kriteria Jabatan, seperti Direktur, Manajer, Programmer, dan lain-lain. Dalam contoh di atas, dipilih kriteria Bahasa Pemrograman yang dikuasai, dengan cara klik pada tab Bahasa Pemrograman karena kriteria yang dikehendaki adalah demikian. Pilihlah salah satu bahasa pemrograman yang sesuai dengan pencarian, dengan cara klik tombol *drop-down-list*. Misalnya dipilih Java, lalu klik gambar kaca pembesar untuk mengeksekusi pencarian. Jika datanya tersedia maka akan dimunculkan informasi seperti gambar berikut.

ID Lowongan	Nama	Alamat	No. Telp	Email	Tanggal	Rata-rata	Maksimal	Minimal
101	PT. ABC	Jl. Merdeka No. 10	021-1234567	info@abc.co.id	2023-10-25	5000000	10000000	2000000
102	PT. XYZ	Jl. Sudirman No. 5	021-9876543	hr@xyz.co.id	2023-10-24	4000000	8000000	1500000
103	PT. DEF	Jl. Gatot Subroto No. 3	021-5555555	recruitment@def.co.id	2023-10-23	6000000	12000000	3000000
104	PT. GHI	Jl. Thamrin No. 8	021-7777777	careers@ghi.co.id	2023-10-22	3000000	6000000	1000000
105	PT. JKL	Jl. Setiabudi No. 12	021-8888888	jobs@jkl.co.id	2023-10-21	7000000	14000000	4000000

Gambar 11. Hasil Pencarian Informasi Lowongan berdasarkan Kriteria Bahasa Pemrograman

Dari masing-masing informasi lowongan pekerjaan tersebut dapat dilihat detailnya. Klik pada baris data tersebut maka akan dimunculkan form berikut.



**Gambar 12. Tampilan Detail Informasi Lowongan berdasarkan Kriteria Bahasa Pemrograman**

#### 4. Kesimpulan

Dari implementasi aplikasi ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Dari aplikasi yang telah dibangun terdapat interface yang dapat digunakan untuk menginputkan data dari berkas lowongan kerja yang diterima oleh ACC STMIK AKAKOM berupa data penawaran kerja atau lowongan kerja. Data lain yang berkaitan dengan syarat-syarat pendaftaran lowongan kerja tersebut diinputkan berdasarkan kategori tertentu,
- 2) Telah dapat dihasilkan laporan lowongan kerja berdasarkan kategori-kategori tertentu dari potensi yang dimiliki oleh pencari kerja. Laporan tersebut dapat bermanfaat bagi para pencari kerja, membantu melancarkan penyampaian informasi dari pihak penyedia lowongan kerja, serta membantu kinerja unit ACC, dan
- 3) Bagian kemahasiswaan dan alumni mendapatkan manfaat berupa kemudahan dan kelancaran dalam mengolah dan mengelola data lowongan kerja untuk menghasilkan informasi secara efisien dan efektif yang dapat menunjang eksistensinya pada lingkungan dunia kerja.
- 4) Bagian kemahasiswaan dan alumni mendapatkan manfaat berupa kemudahan dan kelancaran dalam mengolah dan mengelola data lowongan kerja untuk menghasilkan informasi secara efisien dan efektif yang dapat menunjang eksistensinya pada lingkungan dunia kerja.

Kelemahan dari sistem yang telah dibuat ini diantaranya adalah belum terdapat integrasi antara sistem ini dengan halaman web kampus, dan fasilitas lain yang terkait dengan pelayanan unit ACC kepada para alumni.

Berdasarkan kesimpulan ini dapat diusulkan beberapa saran sebagai berikut.

- 1) Sistem ini dapat dikembangkan menjadi sistem yang berbasis web sehingga dapat diintegrasikan dengan sistem lain, semisal dengan sistem kredit mahasiswa yang sedang direncanakan penerapannya,
- 2) Sistem ini dapat dikaitkan dengan halaman situs STMIK AKAKOM sebagai bagian dari situs resmi di kampus, dan
- 3) Sistem ini dapat dilengkapi dengan informasi-informasi tentang fasilitas-fasilitas lain yang disediakan oleh ACC STMIK AKAKOM.

#### Daftar Pustaka

- [1] Abdul Kadir, 2010, *Tuntunan Praktis: Belajar Database menggunakan MySql*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- [2] Davis, Gordon B., 1997, *Kerangka Dasar Sistem Informasi Manajemen Bagian I : Pengantar*, LPPM, Jakarta
- [3] Destriyana Darmastuti, 2013, *Implementasi Metode Simple Additive Weighting (Saw) dalam Sistem Informasi Lowongan Kerja Berbasis Web untuk Rekomendasi Pencari Kerja Terbaik*, Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JustIN), Vol 2, No 1
- [4] Layla FitriaTawil, 2005, *Sistem informasi pencari kerja pada Kecamatan Dayeuh Kolot Kabupaten Bandung*, UNIKOM, Bandung
- [5] L.N. Harnaningrum, 2009, *Algoritma & Pemrograman Menggunakan Java*, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [6] O'Brien, James A, 2005, *Pengantar Sistem Informasi*, Edisi Bahasa Indonesia, Penerbit Salemba Empat, Jakarta
- [7] Tarolina, 2007, *Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penerimaan Order*, Universitas Andalas, Padang

#### [CV Penulis]

Dison Librado, menyelesaikan studi S-2 bidang Ilmu Komputer pada tahun 2005

# PEMODELAN ARSITEKTUR ENTERPRISE MENGUNAKAN TOGAF ADM UNTUK MENDUKUNG LAYANAN INFORMASI BAGI PERGURUAN TINGGI

**Farida Nur Aini**

*Universitas Atmajaya Yogyakarta  
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta  
Email : farida\_resp@yahoo.co.id*

## **Abstrak**

Dunia pendidikan khususnya perguruan tinggi merupakan salah satu bidang yang merasakan dampak dari perkembangan teknologi. Persaingan antar perguruan tinggi menuntut pengelola untuk selalu meningkatkan kecepatan layanan informasi kepada seluruh stakeholder. Strategi dan peran promosi bagi sebuah perguruan tinggi saat ini tidak bisa diabaikan keberadaannya dalam rangka memberi dan menerima informasi tentang kebutuhan yang diperlukan oleh stakeholder saat ini dalam rangka menjaga keberlangsungan sebuah perguruan tinggi. Persaingan antar perguruan tinggi menuntut pengelola untuk selalu meningkatkan layanan kepada mahasiswa maupun stakeholder lainnya dengan mengambil peran terbesar di bidang teknologi informasi.

Penerapan arsitektur enterprise bertujuan untuk menciptakan keselarasan antara bisnis dan teknologi informasi bagi kebutuhan organisasi dan tidak bisa dilepaskan bagaimana organisasi tersebut membuat dan merencanakan enterprise tersebut. Ada beberapa konsep arsitektur enterprise, salah satunya adalah TOGAF ADM. Kelebihan dari framework ini lebih detail dan lengkap. Tahapan dalam perancangan arsitektur enterprise akan berlanjut pada tahapan implementasi yang akan menghasilkan sebuah arsitektur enterprise untuk mencapai tujuan organisasi.

Kata kunci : arsitektur enterprise, framework, TOGAF ADM, teknologi informasi,

## **1. PENDAHULUAN**

Teknologi Informasi yang berkembang dengan sangat pesat saat ini semakin berperan dalam pengambilan keputusan oleh individu, perusahaan maupun instansi pemerintah. Dengan dukungan teknologi informasi maka akan membantu manajerial dalam mengambil keputusan strategis serta membantu memberikan solusi bisnis (Turban, 2005). Selain itu peran teknologi informasi telah menjadi bagian dari strategi organisasi untuk mencapai tujuannya (Mutyarini, 2006)

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat tersebut mempengaruhi banyak bidang baik dunia bisnis, jasa, pendidikan maupun yang lainnya. Tidak terkecuali dunia pendidikan khususnya perguruan tinggi merupakan salah satu bidang yang sangat dipengaruhi oleh perkembangan teknologi informasi. Jumlah perguruan tinggi yang ada saat ini sebanyak 82 PTN dan 2770 PTS

menjadikan persaingan antar pengelola perguruan tinggi untuk semakin berlomba meningkatkan kualitas dalam segala bidang (Irwandi, 2008). Persaingan perguruan tinggi tersebut menuntut pengelola untuk selalu meningkatkan kecepatan layanan informasi kepada semua stakeholder. Strategi dan peran promosi bagi sebuah perguruan tinggi saat ini tidak bisa diabaikan keberadaannya dalam rangka memberikan informasi kepada publik serta menjaga keberlangsungan sebuah perguruan tinggi. Perguruan tinggi juga dituntut untuk mengelola informasi dengan baik, sehingga kebutuhan informasi masing-masing bagian yang berkepentingan dengan perguruan tinggi dapat terpenuhi dengan cepat dan tepat. Perguruan tinggi yang tidak mengembangkan teknologi informasi dengan baik akan semakin tertinggal.

Tata kelola perguruan tinggi saat ini juga mendapat perhatian dari pemerintah, dan saat ini setiap perguruan tinggi saling berlomba menuju

*Good University Governance*. Upaya mewujudkan *good university governance* pada tiap universitas di Indonesia menjadi tugas banyak pihak, mulai dari universitas terkait, hingga Kemendikbud. (Nuh, 2012). Dukungan teknologi informasi sangat diperlukan dalam rangka mewujudkan *good university governance*.

Dukungan teknologi informasi di perguruan tinggi tidak bisa terlepas dari perancangan arsitektur enterprise yang baik yang bisa menyelaraskan antara kebutuhan sistem informasi dan kepentingan bisnis. Untuk membuat sebuah arsitektur enterprise diperlukan sebuah kerangka berfikir yang dikenal dengan istilah EA framework. Sebuah EA framework adalah tool yang bisa digunakan untuk mengembangkan cakupan luas dari arsitektur-arsitektur yang berbeda.

Terdapat berbagai macam metode yang dapat dipakai dalam perancangan arsitektur enterprise, diantaranya adalah *Zachman Framework*, *Federal Enterprise Architecture Framework (FEAF)*, *DoD Architecture Framework (DoDAF)*, *Treasury Enterprise Architecture Framework (TEAF)*, dan *The Open Group Architectural Framework (TOGAF)*

TOGAF digunakan untuk mengembangkan *enterprise architecture*, dimana terdapat metode dan tools yang detil untuk mengimplementasikannya sehingga membedakan dengan *framework* EA lain.

## 2. ARCHITECTURE ENTERPRISE

TOGAF mendefinisikan bahwa *enterprise* dapat didefinisikan sebagai kumpulan dari organisasi yang memiliki seperangkat tujuan. *Enterprise* dapat berupa lembaga pemerintahan, institusi tertentu, perusahaan secara keseluruhan atau sebuah divisi dari perusahaan maupun departemen tunggal. *Enterprise* merupakan sebuah bagian dari dunia nyata yang diimplementasikan kedalam bentuk basis data. Biasanya *enterprise* ini merupakan sebuah bentuk pengelolaan dari organisasi.

Sedangkan *architecture* dapat diartikan sebagai suatu cara dimana komponen-komponen dalam sebuah sistem diorganisasikan dan diintegrasikan. Pada prinsipnya arsitektur menggambarkan bentuk konstruksi dari sebuah sistem yang dituangkan dalam sebuah model *blueprint* yang dilihat dari beberapa sudut pandang. Komponen-komponen tersebut sangat penting untuk kesuksesan sebuah arsitektur yang diinginkan.

Dari definisi tersebut, *enterprise architecture* atau yang lebih dikenal dengan arsitektur enterprise dapat diartikan sebagai deskripsi dari sebuah

organisasi yang mempunyai tujuan/visi tertentu yang terdiri dari komponen-komponen pembentuk sistem.

Konsep *architecture enterprise* adalah untuk membangun sistem informasi untuk memisahkan data, proses, infrastruktur teknologi, orang, waktu, dan motivasi dalam suatu kerangka kerja *architecture enterprise*. Hal tersebut dimaksudkan untuk menghindari pengulangan data, proses, dan kesalahan identifikasi kebutuhan teknologi yang berjalan dalam suatu sistem informasi agar berjalan secara efektif dan efisien. Beberapa manfaat dari arsitektur enterprise antara lain untuk memperlancar proses bisnis untuk menemukan dan mengurangi pengulangan pada proses bisnis. Penyebab pengulangan ini dikarenakan pandangan organisasi yang berbeda-beda pada data atau proses bisnis.

Selain itu adalah untuk mengurangi kerumitan sistem informasi, dengan identifikasi dan mengurangi pengulangan pada data dan perangkat lunak. Kesederhanaan pada aplikasi dan database juga mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk membangun suatu sistem informasi. Dengan demikian akan memungkinkan untuk integrasi melalui data sharing. Arsitektur enterprise mengidentifikasi standar data untuk digunakan bersama (share).

### Kerangka Kerja Architecture Enterprise

Kerangka kerja merupakan sejumlah pemikiran, konsep, ide atau asumsi yang digunakan untuk mengorganisasikan proses pemikiran tentang sesuatu atau situasi. Kerangka kerja ini juga dapat dianggap sebagai dasar berpikir untuk mengelompokkan dan mengorganisasikan representasi sebuah perusahaan yang penting bagi manajemen perusahaan dan pengembangan sistem selanjutnya (Zachman 1996).

Menurut CIO Council (2001) sebuah *architecture framework* adalah tool yang bisa digunakan untuk mengembangkan cakupan luas dari arsitektur-arsitektur yang berbeda. Penggunaan arsitektur enterprise framework akan mempercepat dan menyederhanakan pengembangan arsitektur, memastikan cakupan komplit dari solusi desain dan memastikan arsitektur yang terpilih akan memungkinkan pengembangan di masa depan sebagai respon terhadap kebutuhan bisnis (Setiawan, 2009).

Menurut hasil survei yang dilakukan oleh *Institute For Enterprise Architecture Development (IFEAD)* tahun 2005, framework yang paling banyak digunakan dalam dunia industri maupun pemerintahan adalah Zachman (25%), TOGAF (11%), dan FEAF (9%). Survei ini didasarkan pada 25 pertanyaan survei, mengenai aspek geografis,

aspek cabang, EA implementasi aspek juga tentang alat dan metodologi yang digunakan dalam Enterprise Architecture program dan peran arsitek dalam organisasi.

### 3. TOGAF ADM

*The Open Group Architecture Technique (TOGAF)* merupakan *framework* yang dikembangkan oleh *The Open Group's Architecture Framework* (1995) yang pada awalnya digunakan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Namun pada perkembangannya TOGAF banyak digunakan pada berbagai bidang seperti perbankan, industri manufaktur dan juga pendidikan. TOGAF ini digunakan untuk mengembangkan *enterprise architecture*, dimana terdapat metode dan tools yang detail untuk mengimplementasikannya sehingga membedakan dengan *framework* EA lain. Kelebihan menggunakan *framework* TOGAF ini adalah karena sifatnya yang fleksibel dan bersifat *open source*. TOGAF memandang *enterprise architecture* ke dalam kategori yaitu:

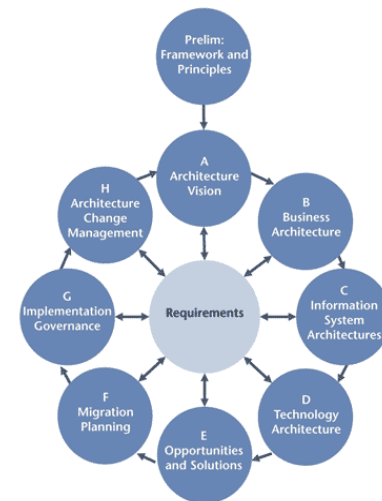
- Business Architecture*, yang menjelaskan tentang bagaimana proses bisnis untuk mencapai tujuan organisasi
- Application Architecture*, yang menjelaskan tentang bagaimana aplikasi tertentu didesain dan bagaimana interaksinya dengan aplikasi lainnya
- Data Architecture*, menggambarkan bagaimana penyimpanan, pengelolaan dan pengaksesan data pada perusahaan
- Technical Architecture*, yaitu gambaran mengenai infrastruktur hardware dan software yang mendukung aplikasi dan bagaimana interaksinya.

Sedangkan fase dalam TOGAF terdiri dari sembilan langkah yang berbentuk siklus yang dapat digambarkan seperti pada gambar 1.

Berdasarkan langkah dalam pemodelan arsitektur menggunakan TOGAF, sembilan fase yang harus ditempuh adalah :

- Phase Preliminary :  
Merupakan fase persiapan dalam perencanaan arsitektur dengan mengidentifikasi dan mendefinisikan arsitektur yang akan dikembangkan, mendefinisikan strategi dari arsitektur dan menetapkan bagian-bagian arsitektur yang akan dirancang. Tahap ini dilakukan agar proses pemodelan arsitektur dapat terarah dengan baik. Tujuannya adalah mengkonfirmasi komitmen manajemen, penentuan framework dan metodologi yang digunakan.

Fig.: TOGAF Architecture Development Method (ADM)



Gambar 1 : Langkah-langkah dalam pemodelan TOGAF

- Phase A : Architecture Vision.  
Fase ini bertujuan untuk menjelaskan *scope* dari arsitektur, tujuan organisasi, profil organisasi, visi dan misi organisasi, mengidentifikasi *stakeholder* membentuk visi arsitektur, memperoleh komitmen manajemen terhadap fase ini.
- Phase B: Business Architecture  
Fase ini mendefinisikan pengembangan arsitektur bisnis, kondisi awal arsitektur bisnis, menentukan model bisnis atau aktivitas bisnis yang mendukung Architecture Vision yang diinginkan.
- Phase C: Information Systems Architectures  
Fase ini lebih menekankan pada aktivitas bagaimana arsitektur sistem informasi dikembangkan yang mencakup arsitektur data dan arsitektur aplikasi yang akan digunakan oleh organisasi.
- Phase D: Technology Architecture  
Fase ini menjelaskan arsitektur teknologi yang diinginkan, dimulai dari penentuan jenis kandidat teknologi yang diperlukan yang meliputi perangkat lunak dan perangkat keras. Ditambah dengan mempertimbangkan alternatif-alternatif yang diperlukan dalam pemilihan teknologi.
- Phase E: Opportunities & Solutions  
Pada fase ini lebih menekan pada manfaat yang diperoleh dari *arsitektur enterprise* yang meliputi arsitektur bisnis, arsitektur data, arsitektur aplikasi dan arsitektur teknologi, sehingga menjadi dasar bagi stakeholder untuk memilih dan menentukan arsitektur yang akan diimplementasikan.



- Phase F: *Migration Planning* Pada tahapan ini akan dilakukan penilaian dalam menentukan rencana migrasi dari suatu sistem informasi. Biasanya pada tahapan ini untuk pemodelannya menggunakan matrik penilaian dan keputusan terhadap kebutuhan utama dan pendukung dalam organisasi terhadap implemtasi sistem informasi
- Phase G: *Implementation Governance* Menyusun pelaksanaan tatakelola implementasi meliputi tatakelola organisasi, tatakelola teknologi informasi, dan tatakelola arsitektur..
- Phase H: *Architecture Change Management*. menetapkan proses arsitektur manajemen perubahan untuk EA baru yang telah selesai diimplemetasikan
- *Requirements Management* Mengevaluasi proses dari manajemen arsitektur yang diinginkan melalui ADM

#### 4. STUDI KASUS & PEMBAHASAN

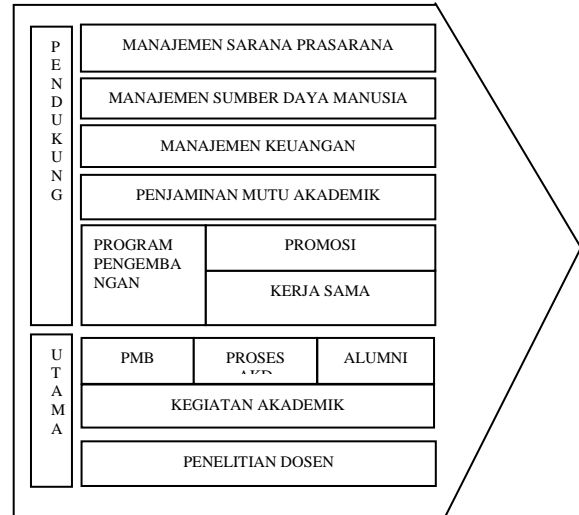
Dalam penelitian ini akan dibahas secara singkat bagaimana perancangan arsitektur enterprise untuk perguruan tinggi dengan menggunakan metode TOGAF ADM yang disesuaikan dengan kebutuhan perguruan tinggi yaitu mudah diambil, mudah digunakan dan tepat sasaran (Yunis, 2009). Membuat layanan informasi kepada stakeholder dengan membuat strategi promosi yang tepat bagi perguruan tinggi tentunya membutuhkan data yang akurat tentang kondisi perguruan tinggi serta membutuhkan informasi yang akurat pula dari stakeholder yang ada. Untuk itulah membuat perancangan arsitektur enterprise ini dapat dijadikan pedoman dalam mengembangkan sistem informasi demi untuk mendukung tujuan organisasi.

Sebuah perguruan tinggi yang berpedoman pada tri dharma perguruan tinggi, sebuah perguruan tinggi memiliki aktifitas utama serta memerlukan dukungan aktifitas lainnya seperti yang digambarkan dalam rantai nilai (value chain) dari Michael E. Porter yang dapat digambarkan dalam gambar 2.

##### ARSITEKTUR BISNIS

Tri Darma Perguruan Tinggi yang merupakan aktifitas utama dari sebuah perguruan tinggi terdiri atas Penelitian Dosen serta kegiatan akademik. Penelitian dosen merupakan aktifitas untuk menjadikan sumberdaya dan keahlian akademi untuk dapat diakses oleh perguruan tinggi, lembaga pemerintah dan lembaga swasta, industri dan masyarakat luas mendukung upaya-upaya pengembangan bidang sosial, ekonomi, budaya, dan kesejahteraan, baik dalam tingkat lokal maupun nasional.

Sedangkan kegiatan akademik dimulai dari penerimaan mahasiswa baru, proses akademik atau proses pembelajaran dan pelepasan alumni setelah mahasiswa menyelesaikan seluruh proses akademik yang harus dijalani.



Gambar 2 : Value Chain Perguruan tinggi

Sedangkan aktifitas pendukung meliputi Manajemen Aset & Sarana Prasarana yang merupakan kegiatan pengelolaan barang dan jasa untuk keperluan institusi mulai dari merencanakan pengadaan, perawatan dan penghapusan aset. Manajemen Sumber Daya Manusia merupakan aktifitas yang berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan sumber daya manusia serta alokasi sumber daya manusia sesuai dengan job description masing-masing. Manajemen Keuangan merupakan aktivitas pengelolaan keuangan mahasiswa dalam mendukung aktivitas utama yang berhubungan *cash in flow*, *cash out flow*, investasi serta hal yang berkaitan dengan keuangan operasional organisasi. Penjaminan mutu akademik merupakan aktifitas agar semua standar pengelolaan perguruan tinggi tetap berjalan sesuai dengan standar yang ditetapkan secara internal maupun eksternal. Aktifitas program pengembangan terdiri dari kegiatan promosi dan kerjasama. Aktifitas promosi merupakan aktifitas untuk melaksanakan kegiatan promosi dan pemasaran, mengembangkan dan mengimplementasikan strategi peningkatan promosi dalam rangka menjaring calon mahasiswa serta mengadakan penelitian dan pengembangan bidang promosi dan pemasaran. Sedangkan kerjasama merupakan aktivitas dengan mengembangkan jaringan kerjasama dengan berbagai institusi regional, nasional maupun internasional dalam rangka mewujudkan berbagai hubungan kerjasama yang terintegrasi dengan program-program pengembangan kedepan, baik dalam bidang pendidikan, penelitian maupun pengabdian masyarakat.

Beberapa teknik untuk memodelkan arsitektur bisnis antara lain *Business Process Modeling Notation* (BPMN), *Functional Decomposition Diagram* (FDD), diagram Unified Modeling Language (UML). Pada gambar 3 dan gambar 4 merupakan contoh FDD dari turunan aktifitas utama dan aktifitas pendukung terutama aktifitas yang dapat mendukung sistem promosi perguruan tinggi.

## ARSITEKTUR DATA

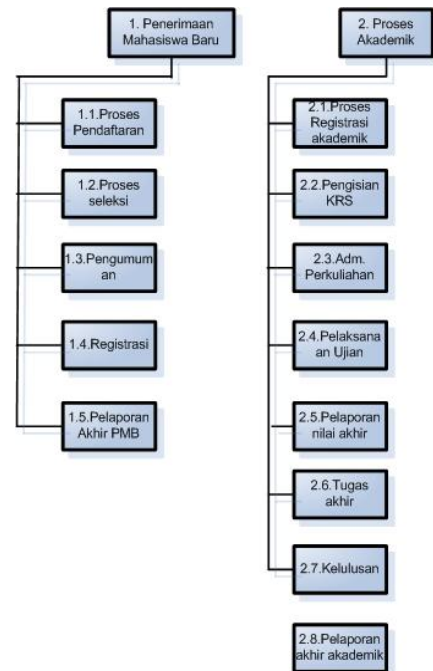
Arsitektur data mendefinisikan jenis data utama yang dibutuhkan untuk mendukung fungsi-fungsi bisnis seperti yang telah didefinisikan dalam model bisnis. Arsitektur data terdiri dari entitas data, dimana setiap data memiliki atribut dan relasi terhadap data yang lain. Hal yang perlu diperhatikan dalam mendefinisikan arsitektur data yaitu:

- Mendefinisikan calon entitas data dengan meninjau model bisnis dan deskripsi sistem dan teknologi yang dipakai disesuaikan dengan model bisnis di perguruan tinggi.
- Menetapkan entitas yang akan dipakai.
- Mendefinisikan setiap entitas tersebut dan mendokumentasikannya.
- Menghubungkan entitas data dengan fungsi bisnis detail.

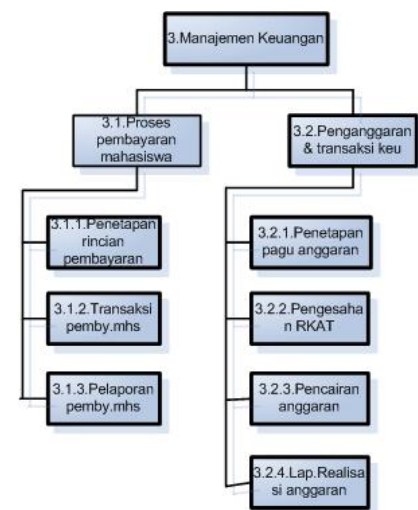
TOGAF ADM merekomendasikan sebuah katalog (*Data Component Catalog*) yang berisikan kumpulan data yang ada dalam organisasi. Langkah pertama adalah menentukan kandidat entitas yang akan menjadi bagian dari perencanaan arsitektur enterprise.

Contoh kandidat entitas penerimaan mahasiswa baru.

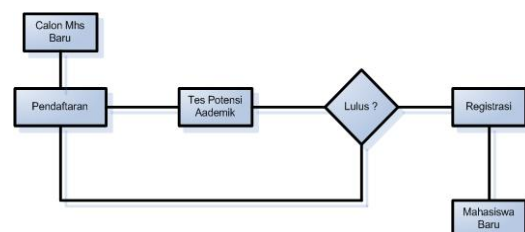
1. Entitas calon mahasiswa baru
2. Entitas sekolah asal
3. Entitas jalur penerimaan
4. Entitas waktu pendaftaran
5. Entitas seleksi
6. Entitas registrasi



Gambar 3 : FDD PMB dan Proses Akademik



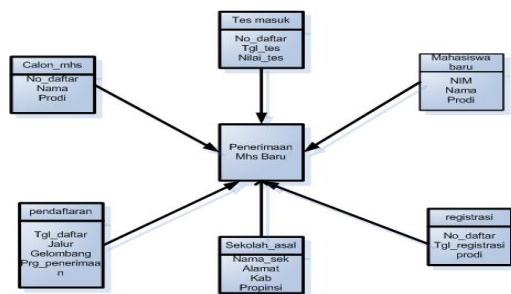
Gambar 4 : FDD Manajemen Keuangan



Gambar 6 : ER Diagram Proses PMB



Selanjutnya adalah menentukan entitas yang akan dipakai yang disajikan dalam bentuk diagram E-R, diagram ini akan mendefinisikan entitas data.



Gambar 7 : Arsitektur data PMB

## ARSITEKTUR APLIKASI

Fase ini bertujuan untuk memahami kondisi aplikasi yang ada saat ini dan membuat usulan dengan membuat pemodelan arsitektur aplikasi dengan mendefinisikan aplikasi-aplikasi yang diperlukan untuk mengelola data dan mendukung fungsi-fungsi bisnis yang ada.

Tahapan yang dilakukan untuk membuat pemodelan arsitektur aplikasi adalah membuat daftar kandidat modul aplikasi, mendefinisikan modul aplikasi, membuat Relasi Fungsi Bisnis dengan Modul Aplikasi yaitu dengan menetapkan aplikasi yang digunakan dengan melihat proses bisnis dan data yang digunakan. Arsitektur aplikasi dapat didefinisikan dengan teknik-teknik *Application Portfolio Catalog* dengan mendefinisikan semua daftar aplikasi yang digunakan.

Berikut ini kandidat aplikasi berdasarkan proses bisnis yang telah didefinisikan sebelumnya.

No	Fungsi Bisnis	Kandidat Aplikasi
1.	Penelitian Dosen	Penetapan anggaran penelitian Pelaksanaan penelitian Publikasi penelitian
1.	Penerimaan Mahasiswa Baru	Pendaftaran online Seleksi Pengumuman hasil Registrasi Pelaporan PMB
2.	Proses akademik	Registrasi akademik KRS Adm. Perkuliahan Ujian Pelaporan nilai Tugas akhir Kelulusan
4.	Pelepasan mahasiswa	Administrasi pengunduran diri Administrasi drop out

		Pelepasan alumni Penelusuran alumni
5.	Manajemen Keuangan	Penetapan biaya pendidikan Transaksi pembayaran mahasiswa Penetapan pagu anggaran Akuntansi realisasi anggaran Penggajian dan honor dosen Penyusunan neraca
6.	Manajemen aset sarana prasarana	Pengadaan barang dan jasa Inventarisasi Pengelolaan logistik Sistem perawatan Penghapusan aset
7.	Manajemen SDM	Penetapan kebutuhan SDM Proses rekrutment Administrasi pengelolaan SDM Pengembangan skill SDM Promosi dan mutasi Pelaporan kinerja
8.	Penjaminan mutu akademik	Rencana kerja penjaminan mutu Administrasi dokumen jaminan mutu Laporan akhir dan evaluasi
9.	Program pengembangan	Analisa data PMB dan riset pasar Penetapan program kerja promosi Administrasi pelaksanaan program Penetapan tim dan tool promosi Laporan realisasi kegiatan dan anggaran promosi Penetapan Program Kerja sama institusi

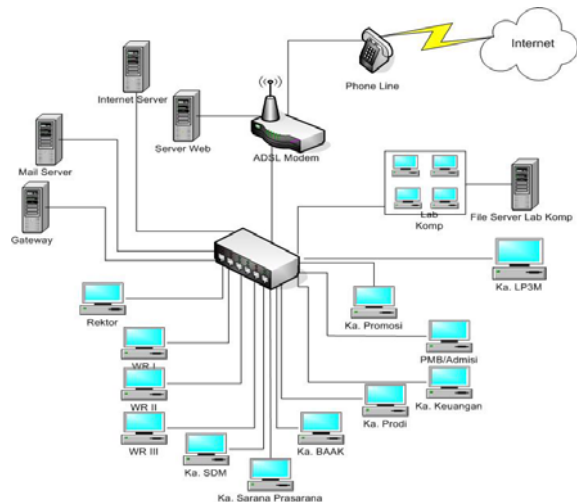
Tabel 1 : Kandidat aplikasi

## ARSITEKTUR TEKNOLOGI

Fase ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan membangun platform teknologi yang akan digunakan dengan melihat hubungannya dengan aplikasi yang digunakan dalam mengelola data yang telah didefinisikan sebelumnya. Fase ini dimulai dari

penentuan konsep teknologi yang akan digunakan sampai dengan alternatif pengembangan teknologi yang akan digunakan dalam rangka untuk mendukung semua fungsi bisnis dalam sebuah perguruan tinggi. Arsitektur teknologi akan menggambarkan interaksi antara pengguna teknologi dengan aplikasi yang dibangun.

Contoh arsitektur teknologi dalam sebuah perguruan tinggi seperti dilihat pada gambar 8 berikut ini.



**Gambar 8 : Contoh arsitektur teknologi pada perguruan tinggi**

Sedangkan contoh pemanfaatan teknologi meliputi software, hardware dan networking pada perguruan tinggi dapat dilihat pada tabel berikut:

Teknologi	Kategori	Produk/tipe
Software	Sistem Operasi	a. Ms. Windows XP Professional
		b. Ms. Windows Server
Software	DBMS (Database Manajemen System)	a. Ms. Excel/Ms. Access
		b. Mysql
		c. SQL Server
Software	Bahasa Pemrograman	a. PHP
		b. Delphi
		c. Visual Basic
Software	Office Automation	a. Ms. Office (Word, Excel, Powerpoint, Outlook)
		b. Adobe Reader
Hardware	PC (Personal Computer)	Standar (Compatible)
Hardware	Storage	a. USB/Flashdisk
		b. Harddrive
		c. CD/DVD
Hardware	Input Output Device	a. CD/DVD Drive
		b. Mouse
		c. Keyboard
		d. Scanner
		e. Printer (Laser, Ink, Dot)
Networking	Networking	Standar (Compatible)
Networking	Network Device	a. Switch HUB
		b. Router
		c. Access Point
		d. Rj45 (UTP/STP)

Dalam mengembangkan sebuah arsitektur teknologi dimulai dengan meletakkan kategori-kategori arsitektur dasar. Menurut TOGAF ada beberapa komponen minimal yaitu :

- Software aplikasi
- System software: web server, application server, DBMS
- Komunikasi: software & hardware jaringan.
- Interface diantara ketiganya.

Selain itu perlu dipertimbangkan pula kondisi organisasi TI saat ini yaitu mengutamakan pemanfaatan aset-aset TI yang saat ini sudah ada serta meminimalkan resiko migrasi. Untuk keperluan tatakelola pengembangan teknologi informasi ini, arsitektur teknologi dapat diperinci terlebih dahulu sampai ke komponen hardwarenya dengan cara:

- Memetakan kebutuhan hardware sistem-sistem aplikasi.
- Memungkinkan identifikasi hardware yang dapat dipakai bersama.
- Memungkinkan identifikasi mekanisme integrasi antar komponen sistem aplikasi yang saling berhubungan.

Yang perlu diperhatikan pula bahwa platform teknologi meliputi perangkat keras serta perangkat lunak yang akan digunakan dan bersifat konseptual sehingga pada saat implementasi perlu ditinjau lagi. Pada prinsipnya bahwa arsitektur teknologi pada sebuah perguruan tinggi pada umumnya adalah jaringan yang dapat saling menghubungkan antar bagian sehingga perlu diperhatikan lokasi antar bagian tersebut yang akan menjadi penempatan dari teknologi tersebut.

## KESIMPULAN

Metode TOGAF merupakan metode perancangan arsitektur enterprise yang lengkap, bisa disesuaikan dengan kebutuhan termasuk kebutuhan bagi perguruan tinggi dengan syarat bahwa perguruan tinggi harus sudah mempunyai aturan dan prosedur yang sudah jelas mengenai proses bisnis yang dijalankan.

Persaingan perguruan tinggi yang ketat saat ini ketepatan dan kecepatan layanan sistem informasi sangat dibutuhkan. Sudah menjadi suatu hal yang wajib bagi Perguruan tinggi untuk mengembangkan teknologi informasi. Perancangan arsitektur enterprise yang lengkap bagi perguruan tinggi ini diharapkan akan mempermudah bagi perguruan tinggi lain dalam rangka mengembangkan teknologi informasinya.

## DAFTAR PUSTAKA :

- Irwandi, 2008, Perguruan Tinggi di Indonesia Harus Berlari Lebih Kencang – Presentasi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Fasli Djalal
- J. Schekkerman. 2005, Trends in Enterprise Architecture, Edition 1.0 Institute For Enterprise Architecture Developments
- Mutyarini, Kuswardani dan Jaka Sembiring, 2006, “Arsitektur Sistem Informasi untuk Institusi Perguruan Tinggi di Indonesia”, Prosiding Konferensi Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi untuk Indonesia ITB 2006
- Pusilkom UI, 2007-2008, TOGAF 8.1 for IT Planning, Internal Staff Workshop Pusat Ilmu Komputer Universitas Indonesia
- Setiawan, Erwin B, 2009, “Pemilihan EA Framework,”SNATI, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009,
- The Open Group (2012: TOGAF (The Open Group Architecture Framework) version 9.1 Enterprise Edition, [www.opengroup.com](http://www.opengroup.com)
- Turban, 2005, “Information Technology For Management,” John Wiley and Sons Inc., Hoboken, NJ
- Yunis, Roni, dan Kridanto Surendro, 2009, “Perancangan Model Enterprise Architecture dengan TOGAF Architecture Development Method,” SNATI, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009
- Yunis, Roni dan Surendro, Erwin S. Panjaitan, 2010, Pengembangan Model Arsitektur Enterprise untuk Perguruan Tinggi,” JUTI, Jurnal Perguruan Tinggi, 2010, Volume 8,

# PERANCANGAN KERANGKA SEBUAH PEDOMAN TARGET OPERATING MODEL DENGAN PENDEKATAN *IT GOVERNANCE*

**Maniah**

*Jurusan Manajemen Informatika, POLITEKNIK POS INDONESIA Bandung  
Jl. Sariasih No.54, Bandung  
082120008472*

**E-mail :** m4n14h@gmail.com, maniah2013@yahoo.com

## **Abstrak**

Belakangan ini semakin banyak kalangan manajer eksekutif yang menyadari pentingnya peranan Teknologi Informasi (TI) untuk menunjang kesuksesan suatu perusahaan. Para manajer ini berharap akan adanya peningkatan pemahaman terhadap cara mengoperasikan TI dan mengupayakan keberhasilannya untuk meraih keunggulan bersaing.

Disinilah terlihat peran *IT Governance*, yang secara keseluruhan bertujuan agar organisasi TI dapat memahami isu-isu yang ada dan strategi TI, sehingga perusahaan mampu menjalankan operasinya dan menerapkan strateginya demi pengembangan aktivitas bisnis perusahaan. Jadi *IT Governance* akan berperan untuk menjamin tercapainya tujuan-tujuan TI dan mengatasi segala resiko yang berkaitan dengan teknologi informasi, sehingga perusahaan mampu menjalankan operasinya dan menerapkan strategi yang diperlukan demi pengembangan aktivitas bisnis kedepannya.

Penelitian ini mengkaji hasil pengamatan, diskusi dan interview dengan jajaran manajemen serta staf TI di PT. PLN Wilayah Jabar dan Banten selama satu bulan penuh yang dituangkan kedalam *Target Operating Model* (operasional teknologi informasi) dengan beberapa pedoman (*guiding principles*) sebagai bentuk rekomendasi.

Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan teknis pragmatis yang digabungkan dengan *best practice* di sektor TI.

**Kata Kunci :** *best practice, IT Governance, manajer eksekutif, rekomendasi, teknologi informasi*

## **1. Pendahuluan**

Pada pertengahan tahun 2002 yang lalu dunia bisnis dikejutkan oleh terbongkarnya beberapa skandal di perusahaan besar seperti Enron, Worldcom dan Tyco. Skandal tersebut telah memberikan dampak sangat serius terhadap pengelolaan keuangan perusahaan dan merosotnya tingkat kepercayaan publik, investor maupun pemegang saham di perusahaan-perusahaan terkemuka.

Sejak saat itu para investor profesional mulai memfokuskan perhatian mereka terhadap bagaimana membangun *corporate governance* yang seharusnya. Salah satu organisasi yang mempublikasikan *corporate governance* yang baik adalah *Organization for Economic Corporation and Developments*

(OECD) yang mendefinisikan *corporate governance* sebagai sebuah struktur yang akan menentukan tujuan organisasi sekaligus memantau kinerjanya untuk menjamin tercapainya tujuan tersebut. Kerangka ini menunjukkan keterkaitan antara *Corporate governance* dan *IT governance*.

Teknologi Informasi seringkali dianggap sebagai *makhluk yang menakutkan*, tetapi juga dianggap sebagai sesuatu yang strategis yang akan membuka peluang bagi perusahaan untuk:

- menambah nilai dari produk dan jasa
- membantu dalam situasi yang kompetitif
- memberikan perbaikan efisiensi biaya dan administrasi
- meningkatkan efektifitas manajemen

Pada akhirnya, alasan utama yang membuat *IT Governance* menjadi aspek penting adalah bahwa antara harapan dan kenyataan seringkali tidak sesuai. Dewan Direksi umumnya mengharapkan pihak manajemen untuk:

- Memberikan solusi TI dengan kualitas yang diharapkan, pada waktu yang diinginkan sesuai dengan *budget* yang telah disepakati
- Memanfaatkan TI secara optimal untuk mengembalikan nilai bisnis
- Menggunakan TI untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas serta mengontrol resiko TI.

## 2. Model, Analisa, dan Desain

### Apa yang dimaksud dengan *IT Governance*?

IT Governance dapat diartikan sebagai aturan main yang menjadi tanggung jawab dewan direksi dan manajemen senior dalam institusi. *IT Governance* dapat diartikan sebagai aturan main yang menjadi tanggung jawab dewan direksi dan manajemen senior dalam institusi.

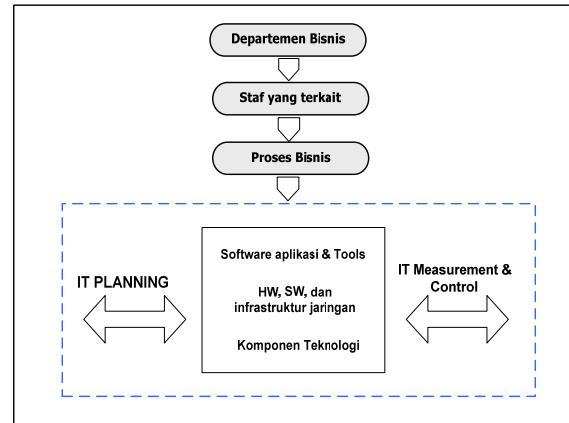
Ia merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari *corporate governance* yang mencakup kepemimpinan, struktur organisasi dan proses-proses yang memungkinkan organisasi teknologi informasi mempertahankan serta mencapai strategi dan tujuan institusi tersebut.

### Evolusi Organisasi Teknologi Informasi

Tempo dulu, Sekitar 40 tahun yang lalu, Teknologi Informasi (TI) pada awalnya hanya merupakan bagian dari departemen keuangan atau akuntansi dimana pembuatan serta perbaikan program aplikasi memakan waktu berbulan-bulan dengan menggunakan perangkat lunak yang masih sangat sederhana kemampuannya.

Organisasi TI berfungsi sebagai satu-satunya mediator antara user dan sistem computer, karena *interface* nya masih sangat primitif. Akibatnya seringkali departemen TI yang lebih dikenal dengan istilah *Electronic Data Processing* (EDP) dianggap reaktif. Pada era tersebut tidak ada staf EDP yang bertugas untuk melihat kemungkinan-kemungkinan solusi yang terbaik bagi usernya.

Dengan masih terbatasnya kemampuan *hardware* dan *software* pada masa tersebut, hanya sedikit sekali proses yang dapat di otomatisasi sehingga sebagian besar proses masih dijalankan secara manual. Secara keseluruhan, gambaran struktur TI yang tradisional dapat dilihat dari gambar 1.



Gambar 1 Struktur TI Yang Tradisional

Disini terlihat bahwa departemen bisnis berada di bagian teratas, mengontrol staf yang menjalankan proses komputer. Sementara proses itu sendiri merupakan bagian yang terpisah karena hanya sebagian yang telah di otomatisasi sedangkan sebagian lainnya masih dijalankan secara manual. Dibawah proses adalah aplikasi *software* dan *tools* yang didukung oleh perangkat keras, perangkat lunak dan infrastruktur jaringan yang terangkum sebagai komponen teknologi.

Di bagian kiri adalah *IT Planning* dan sisi kanan adalah *IT Measurement & Control*.

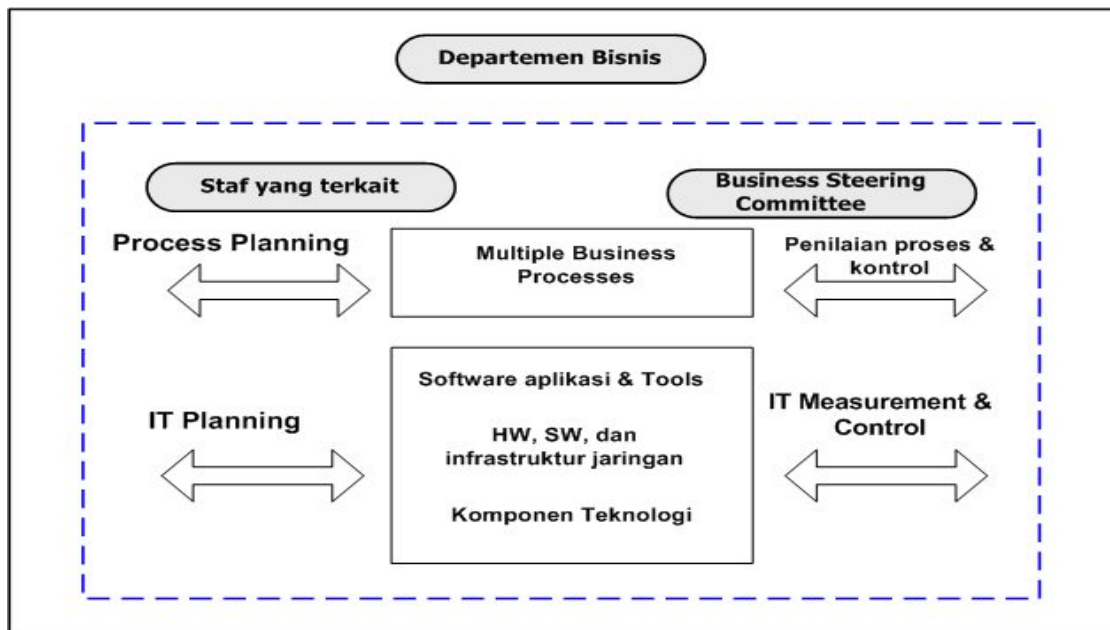
Dalam industri bisnis di era globalisasi ini, jika kita masih mengikuti pola kerja TI yang tradisional seperti diagram pada gambar 1, sudah pasti akan ditemui sejumlah kendala.

### Pendekatan Yang Disarankan Untuk *IT Governance*

Melihat banyaknya permasalahan teknologi informasi yang dialami organisasi dengan struktur TI yang tradisional, maka disusunlah struktur organisasi teknologi informasi yang baru dengan menerapkan metodologi dan teknik yang mampu menjawab tantangan di abad ke-21 ini.

Tujuannya tiada lain adalah untuk mengupayakan manajemen dan *IT Governance* yang lebih efektif. Ini berarti bahwa sumber daya teknologi informasi yang ada, harus berfungsi lebih proaktif dan dikerahkan untuk menunjang inisiatif dan proses bisnis yang utama.

Gambar 2 memperlihatkan struktur organisasi TI yang modern, dimana fungsi TI tidak hanya berhubungan dengan proses-proses bisnis, tetapi juga dengan *Change Management*. Garis putus-putus di gambar 2 menunjukkan perluasan areal *IT Governance* dibandingkan dengan areal yang berada didalam garis putus-putus pada gambar 1.



Gambar 2. Struktur TI Modern

Perbandingan antara TI yang tradisional dan TI yang modern :

1. Dalam TI yang tradisional, setiap kegiatan yang dilakukan akan dilihat dari sisi si pelaku. Fokusnya tertuju kepada aktifitas yang dilakukan sehingga kecil kemungkinannya untuk melihat pola atau duplikasi terhadap apa yang pernah dilakukan sebelumnya.
2. Pada TI tradisional, respon terhadap permintaan user umumnya merupakan solusi berupa sistem. Dalam TI modern, penekanannya adalah kepada pemecahan permasalahan, yang solusinya belum tentu harus berupa sebuah sistem.
3. Manajemen dan *governance* dari TI yang modern akan mencakup penilaian dan koordinasi terhadap proses bisnis. Salah satu alasannya adalah karena banyaknya proses penting yang melibatkan semua departemen sehingga tidak ada "pemilik" nya. Dalam hal ini departemen TI dianggap yang paling layak untuk melakukan koordinasi karena TI memang berfungsi melayani seluruh departemen/user.
4. Alokasi sumber daya pada saat ini dan masa depan harus lebih dinamis, tidak seperti halnya pada TI tradisional yang sumber daya manusianya ditugaskan semata-mata untuk proyek yang telah ditetapkan sehingga tidak dapat menangani pekerjaan lain yang juga penting.

### Analisa Sistem Saat ini

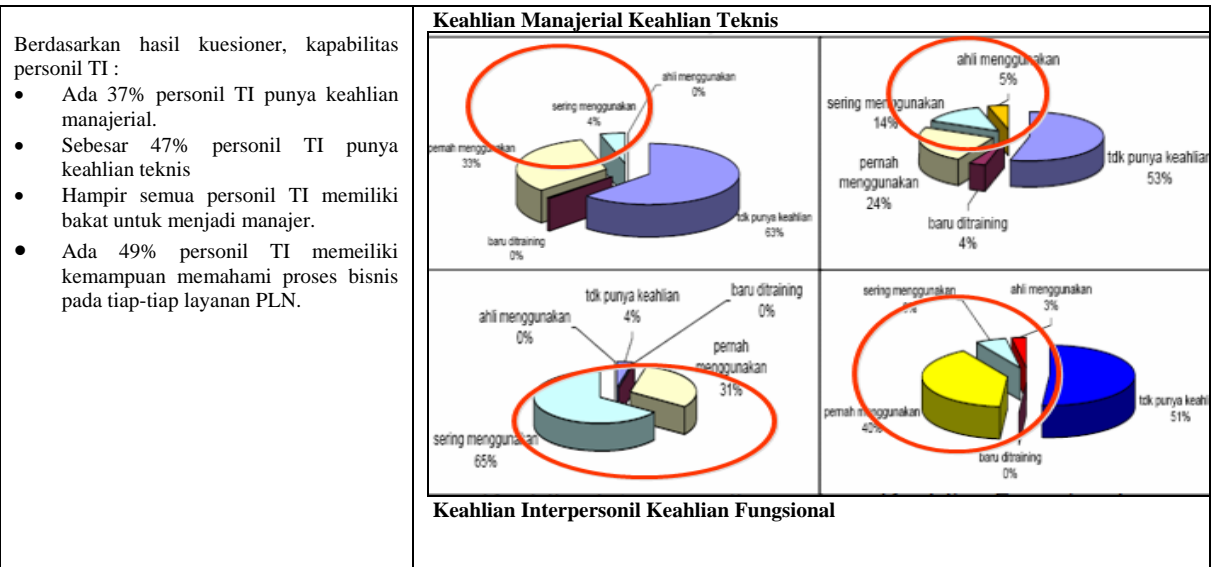
Penelitian ini dimulai dengan melakukan analisis terhadap 3 komponen penting dalam mengimplementasikan TI. Tujuannya adalah untuk memotret kondisi sistem saat ini agar didapat informasi apakah ketiga komponen TI tersebut sudah mencapai Visi dan Misi perusahaan. Ke-tiga komponen tersebut adalah:

1. SDM (Sumber Daya Manusia), mengandung unsur Organisasi dan keahlian SDM.
2. Teknologi atau infrastruktur, terdiri dari Hardware, Software dan Connectivity.
3. Proses :
  - Prosedur-prosedur yang harus dijalankan seperti *Business Process* untuk aplikasi tertentu, proses operasional, proses manajemen perubahan (*Change Management Process*) dan lain-lain.

Ketiga komponen yang saling terkait tersebut harus berjalan di lingkungan TI dengan aturan dan cara tertentu yang disebut dengan *IT Governance*. *IT governance* ini juga harus selaras dengan *Corporate Governance* pada tingkat perusahaan.

Tabel berikut ini menampilkan hasil analisis kapabilitas personal TI, TI Alignment, dan kapabilitas sistem aplikasi.

Tabel 1: Kapabilitas TI



Tabel 2: Nilai Keahlian terhadap Personil TI

Jumlah Responden = 7 Orang

Pertanyaan Mengenai Keahlian	Nilai Rata-Rata	Posisi
Application Development	2.29	>
DBMS	2.43	>
Arsitektur	1.86	<
Programming	2.00	=
HW	2.14	>
OS	2.86	>
Jaringan	2.43	>
Manajerial	1.29	<
Fungsional	1.86	<
Interpersonal	2.43	>

Keterangan:

0 = Tidak Punya Keahlian

1 = Baru ditraining

2 = Pernah Menggunakan

3 = Sering Menggunakan

4 = Ahli Menggunakan

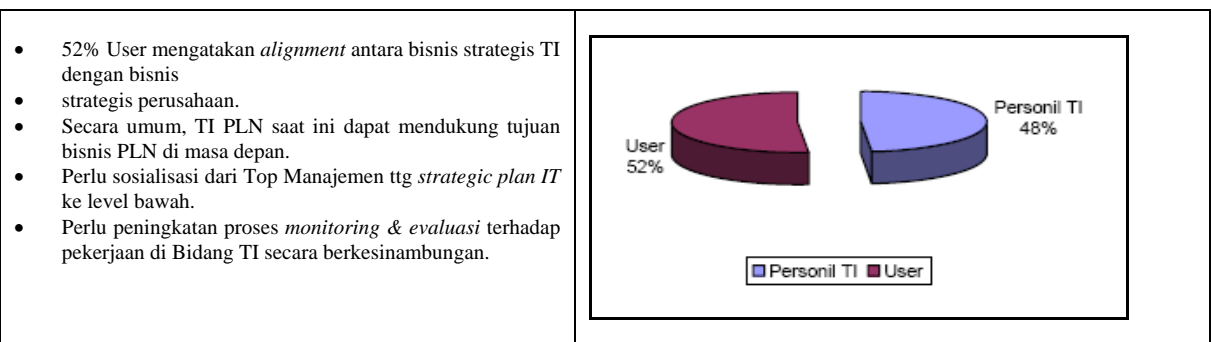
Analisa:

- Kemampuan pengembangan Aplikasi ditandai dengan keahlian (Application Development dan DBMS) yang dapat dikategorikan **cukup** yaitu mempunyai nilai >2 (Pernah menuju sering menggunakan).
- Keahlian dalam perancangan dirasakan masih **kurang** karena keahlian dalam bidang Arsitektur nilainya dibawah 2.
- Untuk keahlian programming sudah cukup
- Rata-rata keahlian teknis mengenai Hardware, Operating System dan Jaringan dapat dianggap cukup dengan rata-rata nilai diatas 2.
- Kemampuan manajerial masih dirasakan kurang
- Jumlah staf yang paham aplikasi yang digunakan saat ini ada 4 dari 7 orang.
- Keahlian interpersonal(kemampuan bekerja sama) cukup

Kesimpulan:

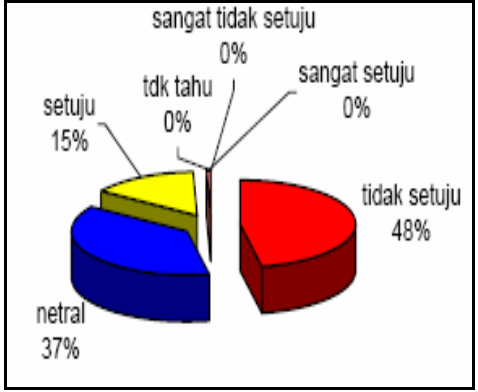
Kemampuan teknis staf rata-rata sudah cukup namun belum pada tingkat ahli, sementara kemampuan Manajerial rata-rata masih kurang.

Tabel 3: Analisis TI Alignment





**Tabel 4: Analisis Kapabilitas Sistem Aplikasi**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Aspek-aspek yang dianalisis meliputi Arsitektur Informasi, Pengemb. &amp; Pemeliharaan P/L Apl. dan prosedur, Pemeliharaan Infrastruktur Teknologi, Keamanan Sistem, Training User, Pengelolaan Data, Fasilitas dan Pengoperasian</li> <li>Ada 15 % personil TI setuju bahwa sistem aplikasi di PLN Jabar &amp; Banten memenuhi kriteria aspek-aspek diatas.</li> <li>Pengembangan dan pemeliharaan <b>Kamus Data</b> belum standar</li> <li><b>Hak akses</b> sudah diatur dengan jelas, tetapi implementasinya dilapangan masih belum tegas</li> <li>Proses <b>pengembangan dan pemeliharaan perangkat lunak aplikasi</b> pada umumnya sudah cukup baik.</li> <li><b>Pemeliharaan infrastruktur teknologi</b> belum dilakukan secara rutin.</li> <li><b>Prosedur dan manual</b> sudah ada tetapi jarang diperbaharui secara rutin.</li> <li><b>Keamanan sistem</b> masih dirasa kurang.</li> <li>Media <b>backup data</b> ada pada tiap-tiap UPJ, tetapi masih ada yang belum sesuai dengan standar KD/BTI.</li> <li>Job request dari user sudah diatur dengan SOP.</li> </ul>	 <table border="1"> <caption>Data for Tabel 4: Analisis Kapabilitas Sistem Aplikasi</caption> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tidak setuju</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>netral</td> <td>37%</td> </tr> <tr> <td>setuju</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>tdk tahu</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>sangat tidak setuju</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>sangat setuju</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	tidak setuju	48%	netral	37%	setuju	15%	tdk tahu	0%	sangat tidak setuju	0%	sangat setuju	0%
Kategori	Persentase														
tidak setuju	48%														
netral	37%														
setuju	15%														
tdk tahu	0%														
sangat tidak setuju	0%														
sangat setuju	0%														

Dengan menerapkan pendekatan *IT Governance* didalam menunjang strategi bisnis perusahaan, ada harapan yang diinginkan oleh pihak manajemen, yaitu "Mempunyai Sistem TI Yang Bersifat Homogen, Standard, Centralized dan Secure".

Kebutuhan manajemen tersebut dapat dicapai dengan Cara:

1. Meningkatkan Kapabilitas sistem aplikasi
2. Mengkonsolidasi Data dari tiap-tiap cabang ke pusat
3. Mempunyai Sistem Informasi Manajemen
4. Mengacu kepada Standard (*Best Practice*) Memenuhi Aspek *Governance* :
  - Menyelaraskan Strategi Perusahaan dan TI
  - Meningkatkan Pelayanan Kepada Pelanggan
  - Mematuhi Aturan yang berlaku
  - Mempunyai Organisasi dan Proses yang Baku
  - Mengoptimalkan SDM & Teknologi

### Desain Target Operating Model

Sebagaimana kita pahami bahwa peran TI semakin diperlukan oleh perusahaan tidak hanya menjadi bagian pendukung yang reaktif tetapi menjadi "*Proactive Business Enabler*" yaitu bagian yang dapat mendukung dan memberi masukan-masukan bagi perusahaan.

TI dalam hal melakukan siklus manajemen (Merancang, Menciptakan, Menyebarkan, Mengoperasikan hingga Mengevaluasi) harus selalu berorientasi kepada Perencanaan Perusahaan/Bisnis (*Business Plan*) dengan mengikuti aturan atau arahan sebagai Pedoman Acuan (*Guiding Principle*).

Untuk mencapai sasaran yang dituju dengan mudah dan terarah, dalam penelitian ini dihasilkan sebuah model yaitu *Target Operating Model* (TOM) yang diolah berdasarkan data hasil analisis sebelumnya.

Gambar berikut ini adalah ilustrasi hubungan antara bagian-bagian dari TOM:





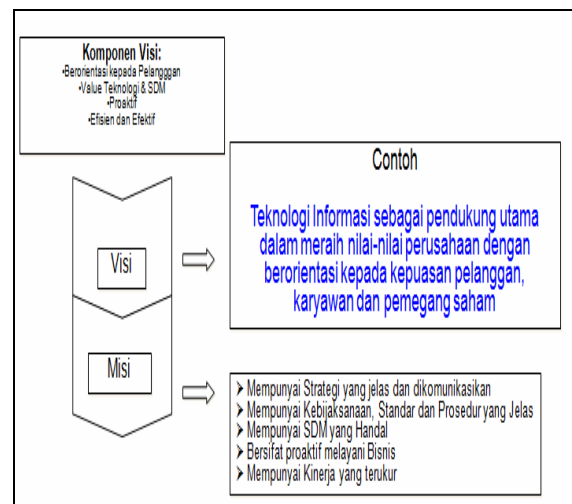
Gambar 3. Target Operating Model

### 3. Hasil

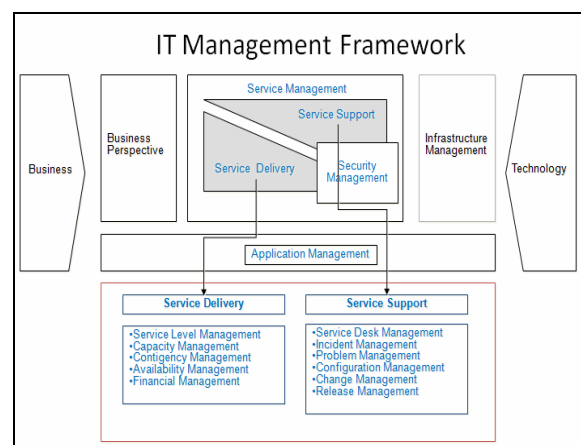
Hasil akhir dari penelitian ini adalah pedoman (*Guiding Principles*) yang dihasilkan dari pemodelan operasi yang diinginkan. Pedoman ini dapat dijadikan acuan bagi manajemen TI dalam mengimplementasikan TI di Perusahaan agar strategi TI dapat selaras dengan strategi bisnis perusahaan.



Gambar 4: Kerangka Pedoman



Gambar 5: Komponen Visi-Misi



Gambar 6: Pedoman Organisasi TI

## Pedoman Pengembangan Aplikasi

Arsitektur Aplikasi Harus:

1. Cukup fleksibel untuk mendukung kebutuhan bisnis sekarang dan masa yad.
2. Dapat beroperasi di lingkungan infrastruktur yang standar
3. Cukup tangguh menghadapi ancaman keamanan
4. Dapat mendukung kebutuhan Sistem Informasi Manajemen
5. Sistem pendukung yang dipilih terbukti sudah jalan dan berhasil (proven)
6. Dapat sesuai dengan Kebijakan dan Standar yang berlaku.

## Pedoman Pengembangan Infrastruktur

Infrastruktur Harus:

1. Berlaku satu standar untuk seluruh perusahaan
2. Teknologi yang Open Standard
3. Mampu dengan cepat dalam hal penyebaran (Deployment)
4. Ada dukungan purna jual
5. Bersifat scalable
6. Berkinerja bagus
7. Tidak bersifat duplikat bila tidak diperlukan
8. Bisa diakses secara remote
9. Harga yang layak dan bergaransi

## Pedoman Pembentukan Organisasi

Organisasi seharusnya:

1. Selaras dengan Visi dan Misi TI
2. Bersifat responsif untuk mendukung perusahaan
3. Bersifat proaktif baik dalam hal membantu bisnis atau menyelesaikan masalah
4. Tidak tumpang tindih antara bagian / unit
5. Memiliki manajemen SDM yang baik
6. Mempunyai strategi yang baik dalam hal alih daya
7. Dapat mengadaptasi dengan cepat terhadap perubahan
8. Mempunyai fungsi dan tugas yang jelas untuk tingkat sub-organisasi
9. Mempunyai fungsi dan tugas yang jelas untuk setiap individu
10. Tidak menggabungkan pekerjaan atau fungsi yang harus terpisah
11. Mempunyai akuntabilitas yang jelas.

## 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian keseluruhan didapat kesimpulan bahwa saat ini yang prioritas harus dilakukan perbaikan adalah struktur organisasi teknologi informasi yang menurut hemat kami perlu disempurnakan dan memperoleh perhatian ekstra dari pihak manajemen.

Kehadiran organisasi TI dengan personalia yang mandiri dan profesional menjadi sangat krusial karena di era globalisasi dan abad digital saat ini peran teknologi informasi sudah sangat sentral untuk menunjang kesuksesan suatu perusahaan. Aspek teknologi informasi dewasa ini menjadi lebih kompleks dengan semakin beragamnya teknologi perangkat keras, perangkat lunak dan aplikasi yang ditawarkan oleh vendor-vendor TI, sementara gangguan dari luar seperti serangan virus, SPAM dan hacker juga semakin gencar.

Selain itu dari sisi pemahaman dan penggunaan terhadap sistem aplikasi yang ada saat ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Belum dilakukan pengelompokan item data yang baku
2. Hak akses sudah diatur dengan jelas, tetapi implementasinya dilapangan masih belum tegas
3. Proses pengembangan dan pemeliharaan perangkat lunak aplikasi pada umumnya sudah cukup baik.
4. Proses pengujian masih belum menggunakan standar baku.
5. Pemeliharaan infrastruktur teknologi belum dilakukan secara rutin.
6. Prosedur dan manual sudah ada tetapi jarang diperbaharui secara rutin.
7. Keamanan sistem masih dirasa kurang.
8. Media backup data ada pada tiap-tiap UPJ, tetapi masih ada yang belum sesuai dengan standar KD/BTI.
9. Job request dari user sudah diatur dengan SOP.

Sehingga dirasa perlu untuk menyampaikan beberapa saran berikut ini:

1. Perlu adanya standar prosedur untuk operasional Data Center (Ruang Server) yang umumnya dikenal dengan istilah *Facility Management*
2. Perlu diterapkan adanya Manajemen Perubahan (*Change Management*) untuk mengurangi resiko gangguan operasional karena kesalahan dalam perubahan / modifikasi program aplikasi
3. Prosedur standar untuk penyimpanan data harus merupakan bagian dari *Business Continuity Plan* (BCP) untuk menjamin:

Proses pemulihan operasional yang cepat jika terjadi kegagalan operasi yang diakibatkan oleh kerusakan data, gangguan server, kebakaran, gempa, dll

## Daftar Pustaka

- [1] Dwi Agus Diartono, "Perancangan Grand Design Sistem Informasi Menuju Tata Kelola Universitas yang Lebih Baik", KNSI 2013, ISBN: 978-602-17488-0-0.
- [2] Finnveden Goran, Life Cycle Assessment, Published April 22, 2010, [http://www.eoearth.org/article/Life\\_cycle\\_assess](http://www.eoearth.org/article/Life_cycle_assess)
- [3] IT Governance Institute, *CobiT 4.0*, ISBN 1-933284-37-4, 2005
- [4] Maniah, "Assesment Phase of The Information Technology System", ICSERA 2011, ISSN:114-1284, 2011.
- [5] NetCentric Solution Indonesia. "Consulting services for information technology, at PLN. Distribution office West Java & Banten", *IT Assessment document*, 2006.
- [6] PT. PLN (Persero) West Java & Banten, 2013. [http://www.pln-jabar.co.id/link\\_pln.htm](http://www.pln-jabar.co.id/link_pln.htm). Diakses tanggal 18 Mei 2013.

## [CV Penulis]

- 1 Nama lengkap : Maniah, S.Kom., M.T.
- 2 Tempat tgl. Lahir : Palembang/27 Juli 1967
- 3 Suku : Palembang
- 4 Agama : Islam
- 5 Alamat : Jl. Bukit Raya II No. 7 Sariwangi  
Parongpong, Kab. Bandung Barat.
- 6 No. Telp/HP : 082120008472
- 7 Pekerjaan : Dosen

## Riwayat Pendidikan:

No.	Nama Pendidikan	Tahun Lulus
1	SD Negeri 61 Palembang	1980
2	SMP Negeri 8 Palembang	1983
3	SMA Negeri 5 Palembang	1986
4	AMIK Bandung (D-III)	1989
5	ST. INTEN Bandung (S-1)	1993
6	ITB (S-2)	2005

## Riwayat Pekerjaan:

No.	Nama Pekerjaan	Jabatan	Tahun
1	PT. Naga Mas Sakti Bandung	Yunior Programmer	1989-1992
2	PT. IPTN Bandung	Analyst System	1992-2003
3	STMIK JABAR Bandung	Dosen Tetap	2004-2007
		Ketua Jurusan Sistem Informasi	2004-2006
5	Universitas Widyatama Bdg	Dosen Tetap	2008-2012
6	Politeknik Pos Indonesia	Dosen Tetap	2012-sekarang

### Seminar dan Penelitian tahun 2013:

No.	Penelitian	Tahun	Publikasi
1	Perancangan Model untuk Pengembangan Aplikasi GIS Pariwisata Berbasis Perangkat Bergerak Android	2013	ISBN : 978-602-17488-0-0
2	Pengembangan Perangkat Lunak <i>New Queueing System</i> di Bank	2013	ISBN : 978-602-98685-3-1



# RANCANGAN MODEL PENGAMANAN E-GOVERNMENT

**Prasetyo Adi Wibowo Putro**

*Sekolah Tinggi Sandi Negara  
JL Raya H. Usa, Putat Nutug, Ciseeng, Bogor  
0251-8541754*

*E-mail : prasetyo.adi@stsn-nci.ac.id*

## **Abstrak**

E-Government di Indonesia mulai berkembang sejak dikeluarkannya Instruksi Presiden no 3 tahun 2003. Mengikuti perkembangan e-Government, perlu dibuat Model pengamanan untuk kesamaan pemahaman, keserempakan tindakan dan keterpaduan langkah pengamanan akan ancaman keamanan terhadap e-Government di setiap instansi pemerintah. Pengembangan model pengamanan e-Government dilakukan dengan melihat penelitian sebelumnya mengenai kerangka pengamanan e-Government untuk negara berkembang. Aspek-aspek didalam kerangka dikaitkan dengan standar pengukuran risiko, kondisi e-Government di Indonesia dan teori ancaman pengamanan. Rancangan model pengamanan e-government yang dihasilkan merupakan model manajerial yang terdiri dari tiga aspek yaitu teknis, operasional informasi dan manajerial.

*Kata Kunci : Pengamanan e-Government, Model Pengamanan*

## **1. Pendahuluan**

Perkembangan e-Government di setiap instansi perlu menganut strategi yang sama, oleh karena itu perlu dibuat sebuah kebijakan nasional. Kebijakan e-government di Indonesia dimulai sejak dikeluarkannya Instruksi Presiden (Inpres) nomor 3 tahun 2003 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan E-Government. Inpres nomor 3 tahun 2003 meminta semua instansi pemerintah untuk berperan dalam pengembangan e-Government secara nasional dan membuat rumusan rencana strategis di instansi masing-masing dengan tetap berkoordinasi kepada kementerian komunikasi dan informasi. Kebijakan ini dibuat agar tujuan pengembangan penyelenggaraan pemerintahan berbasis elektronik dapat berjalan dengan baik sesuai kemajuan teknologi. Sebagai kelanjutan dari Inpres nomor 3 tahun 2003, kementerian komunikasi dan informasi membuat panduan penyusunan rencana induk pengembangan e-Government internal. Untuk melaksanakan maksud tersebut pengembangan e-government diarahkan untuk mencapai 4 (empat) tujuan, yaitu:

1. Pembentukan jaringan informasi dan transaksi pelayanan publik yang memiliki kualitas dan lingkup yang dapat memuaskan masyarakat luas serta dapat terjangkau di seluruh wilayah Indonesia pada setiap saat tidak dibatasi oleh

sekat waktu dan dengan biaya yang terjangkau oleh masyarakat.

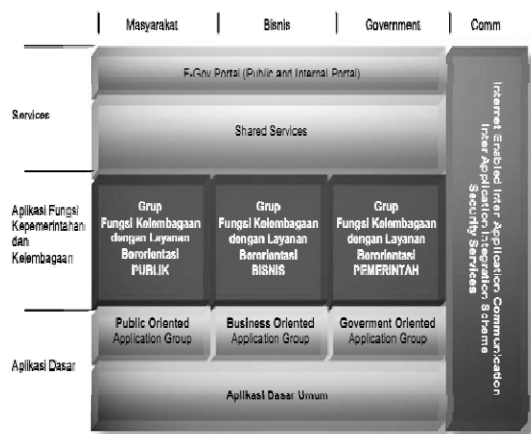
2. Pembentukan hubungan interaktif dengan dunia usaha untuk meningkatkan perkembangan perekonomian nasional dan memperkuat kemampuan menghadapi perubahan dan persaingan perdagangan internasional.
3. Pembentukan mekanisme dan saluran komunikasi dengan lembaga-lembaga negara serta penyediaan fasilitas dialog publik bagi masyarakat agar dapat berpartisipasi dalam perumusan kebijakan negara.
4. Pembentukan sistem manajemen dan proses kerja yang transparan dan efisien serta memperlancar transaksi dan layanan antar lembaga pemerintah dan pemerintah daerah otonom.

Pemerintah juga mengeluarkan Rancangan Blueprint e-Government di tahun 2006. Blueprint diharapkan menjadi standar untuk menjembatani kesamaan pemahaman, keserempakan tindak dan keterpaduan langkah dalam penerapan e-Government. Pengembangan e-Government secara nasional dengan blueprint yang jelas membutuhkan pengamanan dengan kerangka kerja yang jelas juga. Kerangka kerja pengamanan e-Government merupakan acuan penerapan pengamanan baik bagi layanan e-Government internal maupun secara nasional. Kebutuhan akan kerangka kerja pengamanan e-

Government sebenarnya juga sudah dituangkan dalam Inpres No 3 tahun 2003 melalui 3 (tiga) aspek dari 13 aspek yang dianggap perlu mendapat perhatian khusus yaitu :

1. Kebijakan tentang pemanfaatan, kerahasiaan, dan keamanan informasi pemerintah dan perlindungan informasi publik.
2. Standardisasi dan prosedur yang berkaitan dengan manajemen informasi dan dokumen elektronik, termasuk pengembangan dan pengelolaan meta-data yang berkaitan dengan informasi dan dokumen elektronik tersebut. Pemanfaatan kemajuan teknologi informasi untuk pengamanan informasi serta pengembangan sistem otentikasi dan public key infrastructure.
3. Pengembangan dan pengelolaan jaringan intra pemerintah yang andal dan aman.

Pedoman dalam pengamanan e-Government di Indonesia hingga saat ini belum ada walaupun kebutuhan akan hal itu sudah tertuang dalam Inpres. Gambar 1 menunjukan bahwa kebutuhan akan pengamanan terletak pada sisi komunikasi berupa layanan pengamanan komunikasi. Solusi ini berarti pengamanan yang dimaksud adalah pengamanan teknis. Mekanisme pengamanan teknis yang paling baik tentu saja mengimplementasikan semua bentuk pengamanan sistem informasi namun mekanisme ini akan menimbulkan biaya yang besar. Hingga saat ini belum ada model yang dapat digunakan untuk menentukan pengamanan yang cocok untuk sebuah layanan e-government oleh karena itu perlu dirancang sebuah model pengamanan yang cukup aman namun juga sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 1 Peta Solusi Aplikasi e-Government

Aplikasi e-Government yang saling terintegrasi merupakan bentuk dari e-Government yang diharapkan. Integrasi antar aplikasi e-

Government di Indonesia sudah diterjemahkan dalam blueprint aplikasi. Integrasi ini diharapkan memberikan nilai tambah pada aplikasi e-Government dan mengurangi beban anggaran belanja negara. Integrasi antar aplikasi e-Government memberikan tiga tanda dari lima tanda e-Government tahap 5 (connected) yaitu : koneksi horisontal, koneksi vertikal dan koneksi infrastruktur [13].

Integrasi antar aplikasi memberikan risiko keamanan yang berdampak besar karena semakin banyak transaksi data. Dampak dari sebuah ancaman dipengaruhi seberapa besar dampaknya kepada aset lain (aplikasi, peralatan atau manusia)[9]. Dari definisi diatas artinya semakin banyak keterhubungan sebuah aplikasi dengan aplikasi lain, semakin besar dampaknya bila mengalami gangguan. Dampak terbesar terjadi bila sebuah aplikasi dengan fungsi tertentu mempengaruhi aplikasi lain dengan fungsi yang berbeda karena artinya lebih dari satu fungsi mengalami gangguan.

Pengamanan sistem informasi pada dasarnya memiliki lima komponen yaitu Algoritma kriptografi, firewall, anti malicioussoftware system (AMS), Intrusion Detection System (IDS) dan pengelolaan sumber daya server[15]. Keterkaitan antara jenis serangan dengan mekanisme pengamanan informasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengamanan Terhadap Serangan (Wang, 2008)

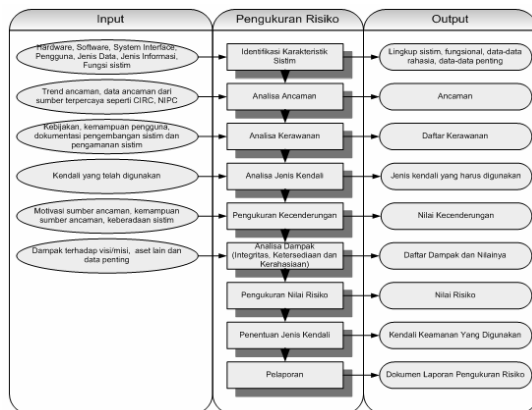
Jenis Serangan	Mekanisme Pengamanan				
	Kriptografi	Firewall	AMS	IDS	Manajemen Sumber Daya
<i>Eavesdropping</i>	X				
<i>Cryptanalysis</i>	X				
<i>Penyadapan Password</i>	X				X
<i>Pembacaan Identitas</i>	X			x	X
<i>Buffer-Overflow-Exploitation</i>					X
<i>Penyangkalan</i>	X				
<i>IP Scan dan Port Scan</i>					X
<i>Traffic Analysis</i>		X			
<i>Denial-of-Service Attack</i>		X		x	
<i>Malicious Software</i>		X	x		

Seiring dengan pemanfaatan teknologi informasi (TI) di sektor bisnis, pengelolaan risiko organisasi juga memperhitungkan risiko penggunaan TI. Pengelolaan risiko TI menjadi hal yang sangat penting untuk menjaga aset organisasi khususnya aset informasi. Pengelolaan risiko yang baik tidak hanya menjaga aset TI bekerja dengan baik tapi menjamin organisasi mencapai visi dan misinya [9]. Pengelolaan risiko akan berjalan dengan baik jika dilaksanakan sebagai fungsi manajerial, bukan sekedar fungsi teknis yang dilakukan oleh pelaksana sistem TI. Pengelolaan risiko meliputi tiga tahap yaitu pengukuran risiko, mitigasi risiko dan evaluasi.

Pengukuran risiko merupakan proses mengidentifikasi ancaman dan risikonya terhadap sistem TI. Risiko yang dimaksud disini adalah kecenderungan sumber ancaman mengeksploitasi aspek kerawanan sehingga berdampak pada kegiatan dalam organisasi. Untuk menentukan kecenderungan sebuah sumber ancaman, perlu dilihat seberapa besar kendali keamanan berperan dalam sebuah kerawanan. Pengukuran risiko meliputi proses dari identifikasi ancaman hingga penentuan kendali untuk setiap kerawanan akan ancaman. Pengukuran risiko meliputi proses :

1. Identifikasi karakteristik sistem
2. Analisa ancaman
3. Analisa kerawanan
4. Analisa jenis kendali
5. Pengukuran kecenderungan
6. Analisa dampak dan nilainya
7. Pengukuran nilai risiko
8. Penentuan bentuk kendali keamanan
9. Pelaporan

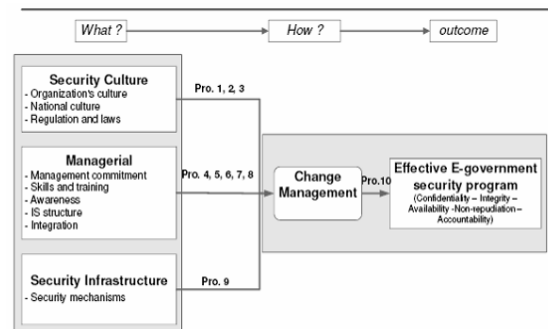
Tahap analisa ancaman, kerawanan jenis kendali dan dampak dapat dilakukan bersama-sama setelah tahap identifikasi karakteristik. Pengumpulan data organisasi dapat dilakukan satu kali di tahap identifikasi karakteristik sistem sedangkan proses selanjutnya menggunakan data trend ancaman, teori keamanan TI dan peraturan organisasi yang mengatur pengamanan TI. Deskripsi input, proses dan output pada setiap tahapan pengukuran risiko dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Alur Pengukuran Risiko[9]

Penelitian kerangka kerja pengamanan E-Government juga pernah dilakukan oleh Alfawaz [2]. Alfawaz membuat kerangka kerja pengamanan E-Government untuk negara berkembang. Alfawaz menggunakan metoda manajemen perubahan dengan inputan budaya organisasi, budaya bangsa, hukum perundang-undangan, aspek managerial dan infrastruktur yang sudah berkembang. Penelitian ini lebih kepada kerangka kerja manajemen

pengamanan E-Government, seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Kerangka Kerja Pengamanan E-Government [2]

## 2. Model Penelitian dan Analisa

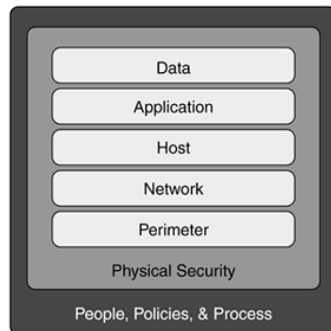
Blueprint aplikasi e-Government memberikan acuan keterkaitan antar aplikasi. Keterkaitan sebuah aplikasi bisa terjadi didalam blok fungsi yang sama dan bisa terjadi di blok fungsi yang berbeda. Keterkaitan antar aplikasi harus ada walaupun aplikasi dikembangkan oleh instansi atau pengembang yang berbeda. Perbedaan keterkaitan antar aplikasi memberikan dampak risiko yang berbeda. Aplikasi yang tidak terkait dengan aplikasi lain memiliki dampak risiko yang rendah karena risiko tersebut tidak akan berdampak pada aplikasi lain. Aplikasi yang terkait dengan aplikasi lain di blok fungsi yang berbeda memberikan dampak sedang karena risikonya akan mempengaruhi aplikasi lain tapi tidak mengganggu fungsi lain dalam e-Government. Aplikasi yang terkait dengan aplikasi lain di blok fungsi yang berbeda memiliki dampak yang tinggi karena risikonya bisa berdampak pada fungsi e-Government yang lain.

Keberadaan blueprint aplikasi e-Government di Indonesia tidak hanya memberikan acuan e-Government di Indonesia berupa aplikasi dan keterkaitannya tapi juga pengukuran dampak risiko. Pengukuran dampak risiko dengan melihat keterkaitan antar aplikasi memberikan acuan untuk pengukuran risiko. Pengukuran dampak risiko e-Government dengan melihat keterkaitan antar aplikasi memberikan kemudahan bagi institusi pemerintahan yang belum memiliki acuan pengukuran dampak risiko dan ingin melakukan pengukuran risiko.

Perancangan pengamanan berlapis pada sebuah sistem informasi dipandang perlu oleh beberapa orang. Sebuah model sederhana pengamanan sistem informasi sudah menggambarkan adanya pengamanan berlapis yaitu firewall, Kriptografi, AMS dan IDS [15]. Model sederhana



pengamanan sistem informasi semacam ini oleh Johansson dianggap sebagai cangkang telur (egg shell) dimana pertahanan diluar cukup kuat namun ketika pertahanan itu ditembus keadaan didalam sangat lemah. Oleh karena itu Johansson menyarankan model yang lebih lengkap Defense in-depth model (Gambar 4) yang mengacu pada 7 lapisan OSI (Open Systems Interconnect).



**Gambar 4 Defense In-Depth Model [6]**

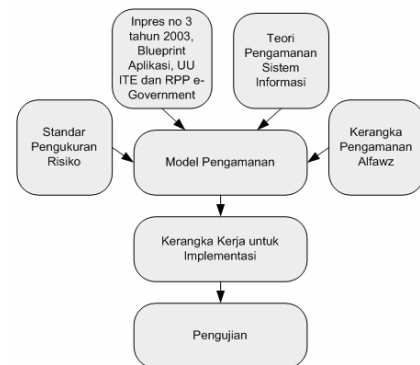
E-Government sebagai salah satu bentuk sistem informasi memiliki metode pengamanan yang sama dengan pengamanan sistem informasi. Solusi konsep dan teknis pengamanan e-Government tidak berbeda dengan pengamanan sistem informasi lain yang berbasis internet. Adisantoso dan Alfawaz memberikan dua solusi berbeda dalam pengamanan e-Government oleh karena itu keduanya akan digabungkan untuk memberikan pengamanan yang lengkap. Alfawaz memberikan sudut pandang non teknis pada kerangka pengamanan e-Government untuk negara berkembang. Pemerintah Indonesia sudah menuangkan kebijakan e-Government Instruksi Presiden, Blueprint e-Government dan Blueprint Aplikasi e-Government. Ketiga kebijakan ini menjembatani kesamaan pemahaman, keserempakan tindakan dan keterpaduan langkah dalam pengembangan e-Government di Indonesia. Alfawaz menterjemahkan security culture sebagai organizational culture, national culture, regulation and laws. Melihat definisi Alfawaz, keberadaan Instruksi Presiden, Blueprint e-Government dan Blueprint Aplikasi e-Government dapat mengeliminir aspek security culture.

Dipandang dari proses pengelolaan risiko, kerangka pengamanan Alfawaz tidak jauh berbeda dengan kerangka kerja pengelolaan risiko NIST. Tahap analisis kerawanan pada kerangka pengukuran risiko NIST mengakomodir kebijakan organisasi, kemampuan pengguna, dan kebijakan pengamanan. Ketiga aspek tersebut mengakomodir aspek managerial pada kerangka Alfawaz.

Setelah dikaitkan dengan kebijakan e-Government di Indonesia dan pengukuran risiko

NIST, tiga inputan pada kerangka pengamanan Alfawaz tereduksi menjadi dua inputan yaitu managerial yang mengacu pada pengukuran risiko NIST dan security infrastructure. Selanjutnya mengenai security infrastructure akan disesuaikan dengan teori pengamanan sistem informasi sebagaimana rekomendasi pada penelitian Alfawaz.

Kerangka penelitian, sebagai mana terlihat pada gambar 5, akan melibatkan standar pengukuran risiko NIST, Inpres nomor 3 tahun 2003, blueprint aplikasi e-Government Indonesia, Undang-undang Informasi dan Transaksi Elektronik, Rancangan Peraturan Pemerintah tentang e-Government, teori ancaman dan pengamanan serta kerangka pengamanan alfawaz. Model pengamanan akan berupa kendali pengamanan yang nantinya dapat dijadikan pilihan kendali pada pengukuran risiko.



**Gambar 5 Kerangka Penelitian**

Tahapan pertama penelitian adalah pemetaan sepuluh aspek keamanan e-Government untuk negara berkembang yang diusulkan Alfawaz terhadap kondisi di Indonesia sebagaimana pada Tabel 2. Inpres nomor 3 tahun 2003 dengan jelas sudah mengatur bagaimana budaya bangsa harus dinyatakan dalam budaya organisasi sehingga nantinya perubahan sistem birokrasi ke arah elektronik dapat berjalan lancar. Integrasi antar struktur sistem informasi juga sudah diatur dalam Blueprint e-Government. Keberadaan UU ITE sudah memberikan acuan hukum terhadap pelaku kejahatan di e-Government. Aspek terakhir yang sudah diatur di Indonesia adalah komitmen pimpinan. Komitmen pimpinan diatur dengan adanya penghargaan dan hukuman terhadap pemerintah daerah atau kementerian/kelembagaan terkait pengelolaan keamanan teknologi informasinya. Setelah 10 aspek Alfawaz disesuaikan dengan kondisi e-Government Indonesia ada 4 aspek yang masih harus diberikan kendali ekamanan karena kemungkinan pengartian aturan yang berbeda-beda. Empat Aspek itu adalah : komitmen pimpinan, keterampilan dan pelatihan, kesadaran keamanan dan mekanisme pengamanan.

Sementara Aspek komitmen pimpinan memiliki 3 jabatan yaitu Infrastruktur sesuai RPP e-Government, Menjaga keamanan data dan Penyediaan SDM sesuai kompetensi sehingga total aspek yang harus dipenuhi model pengamanan e-Government di Indonesia ada 6.

**Tabel 2 Kesesuaian 10 Aspek Alfawaz dengan kondisi di Indonesia**

No	Kebutuhan berdasarkan Kerangka Kerja Pengamanan e-Government	Aturan tentang e-Government di Indonesia			
		Inpres nomor 3 tahun 2008	Blueprint e-Government	UUITE	RPP e-Government
1	Budaya Organisasi	*	*		
2	Budaya Bangsa	*	*		
3	Hukum Perundang-undangan			*	
4	Komitmen Pimpinan				*)
5	Keterampilan dan pelatihan				
6	Kesadaran Keamanan				
7	Struktur Sistem Informasi		*		
8	Integrasi		*		
9	Infrastruktur Pengamanan Informasi				
10	Manajemen Perubahan	*			

Keterangan:

\*) Mengatur 6 dari 9 kewajiban pimpinan instansi

Model pengamanan e-Government di Indonesia akan dikembangkan dari kendali-kendali keamana yang ada pada pengelolaan risiko NIST special publication 800-30 dan trend pengamanan sistem informasi. Hasil penggabungan akan diidentifikasi apakah mewakili 4 aspek yang keamanan e-Government Alfawaz yang sudah disesuaikan dengan kondisi Indonesia.

Pertama-tama kita lihat apakah semua kendali dibutuhkan dalam model pengamanan e-Government. Definisi infrastruktur pada RPP e-Government adalah peranti keras, peranti lunak, jaringan komunikasi data dan fasilitas pendukung lainnya, yang ketika digunakan bersama menjadi pondasi dasar untuk mendukung penyelenggaraan e-government. Kebutuhan pada Infrastruktur adalah Infrastruktur sesuai standar keamanan sistem informasi. Bila dikaitkan dengan definisi, maka yang dibutuhkan pada aspek infrastruktur adalah seluruh kendali teknis, operasional dan melaksanakan siklus pengembangan, testing dan pemeliharaan (MR1) sebagai perwujudan dari jaringan komunikasi data, peranti keras dan peranti lunak. Aspek keamanan data adalah kebutuhan terhadap keamanan, kerahasiaan, keterkinian, akurasi, serta keutuhan data dan informasi. Seluruh kebutuhan aspek keamanan data dapat terpenuhi dari kendali teknis dan operasional karena keduanya sengaja dirancang untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Kebutuhan akan SDM sesuai kompetensi dapat terpenuhi dengan menerapkan seleksi karyawan yang ketat (MD1) dan pelatihan kampanye keamanan (MP1). SDM yang sesuai kompetensi dapat dipenuhi dengan

seleksi SDM yang baik dan peningkatan keterampilan sesuai perkembangan ilmu teknologi. Kendali pelatihan dan kampanye keamanan (MP1) juga menjadi kebutuhan aspek keterampilan dan pelatihan. Aspek kesadaran keamanan akan dapat terpenuhi dengan menerapkan penetapan tanggung jawab pengamanan (MP1), pembuatan rencana pengamanan (MP2), penetapan hak akses (MP3), pelatihan kampanye keamanan (MP4), dan menerapkan deteksi permasalahan (MR2).

Hasil analisis celah 6 aspek kebutuhan pengamanan dengan kendali pengamanan TI menunjukkan beberapa kendali tidak dibutuhkan. Kendali-kendali tersebut memang akan menambah nilai keamanan namun belum dibutuhkan dalam identifikasi kebutuhan pengamanan. Tabel 4.3 menunjukkan audit kendali secara rutin (MD2). Audit sistem secara rutin (MD3), dan melakukan manajemen risiko memantau residual risk (MD4) tidak dibutuhkan dalam model pengamanan e-Government karena ketiganya lebih kepada kelanjutan setelah kendali keamanan diimplementasikan.

**Tabel 3 Analisis Celah Kebutuhan Pengamanan dengan Kendali**

Kendali Pengamanan TI	Aspek pengamanan e-Government di Indonesia					
	Infrastruktur sesuai RPP e-Government	Menjaga Keamanan Data	Penyediaan SDM sesuai Kompetensi	Keterampilan dan Pelatihan	Kesadaran Keamanan	Infrastruktur Pengamanan Informasi
Teknis	TP1	*	*			*
	TP2	*	*			*
	TP3	*	*			*
	TP4	*	*			*
	TP5	*	*			*
	TP6	*	*			*
	TD1	*	*			*
	TD2	*	*			*
	TD3	*	*			*
	TD4	*	*			*
Operasional	OP1	*	*			
	OP2	*	*			
	OP3	*	*			
	OP4	*	*			
	OP5	*	*			
	OP6	*	*			
	OP7	*	*			
	OP8	*	*			
	OP9	*	*			
	OP10	*	*			
Manajerial	OD1	*	*			
	OD2	*	*			
	MP1				*	
	MP2				*	
	MP3				*	
	MP4		*	*	*	
	MD1		*			
	MD2					
	MD3					
	MD4					
	MR1	*				
	MR2				*	

Selanjutnya kendali teknis akan kita perbarui sesuai perkembangan pengamanan sistem informasi. Kendali pada aspek manajerial dan operasional akan sama tetapi kendali aspek teknis berbeda. Sebelas kendali teknis memberikan gambaran aspek apa saja yang harus dipertimbangkan dalam mengamankan sistem informasi. Sebagai pengamanan teknis, konsep mekanisme pengamanan dasar juga dapat diterapkan pada 11 aspek teknis. Tabel 4 menunjukkan perbandingan aspek teknis dengan mekanisme dasar pengamanan sistem informasi. Mekanisme dasar diurai menurut aspek yang ada pada aspek teknis untuk menunjukkan kemungkinan kesamaan.

**Tabel 4 Pemetaan Aspek Teknis dan Mekanisme Dasar**

No	Kendali Teknis	Mekanisme Dasar Pengamanan Sistem Informasi							
		Kriptografi			Firewall	AMS	IDS	Manajemen Sumber Daya	
		Struktur	Algoritma	Hasil				Identifikasi	Optimasi / Hk/Aes
1	Authentication (IP1)							*	
2	Authorization (IP2)							*	
3	Access Control Enforcement (IP3)								*
4	Nonrepudiation (IP4)		*						
5	Protect Communications (IP5)	*	*		*				
6	Encrypt Data (IP6)	*	*						
7	Audit (ID1)								
8	Integrity Detection System (ID2)						*		
9	Proof of Witness (ID3)			*					
10	Restore Secure State (ID4)								
11	Virtual Detection and Reaction (ID5)								

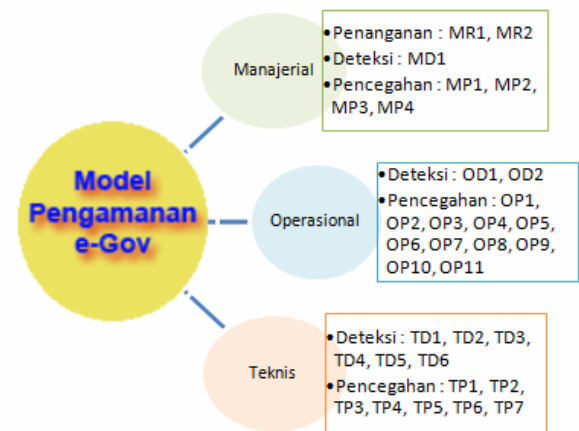
Selanjutnya posisi aspek manajerial terhadap aspek teknis dan operasional. Dilihat dari kendali yang ada, aspek operasional merupakan panduan pengelolaan aspek teknis oleh karena itu keberadaannya harus diatas aspek teknis. Posisi akhir ketiga aspek tersebut adalah teknis, operasional dan manajerial. Urutan ini tidak menunjukkan posisi yang satu terhadap yang lain tetapi kepada kemudahan implementasi. Semakin keatas semakin rumit implementasinya karena semakin sulit terukur dan semakin tidak terlihat bentuk fisiknya.

Beberapa kendali pada aspek teknis sama dengan mekanisme dasar pengamanan sistem informasi. Untuk aspek-aspek yang sama kita hapuskan dan kita gunakan nomenklatur pada mekanisme dasar. Pemilihan nomenklatur mekanisme dasar karena lebih umum pada buku-buku teks sehingga lebih banyak referensi untuk perancangan arsitektur pengamanannya.

### 3. Hasil

Rancangan model pengamanan e-Government memberikan kendali pengamanan teknologi informasi sesuai kebijakan nasional Indonesia. Implementasi model pengamanan dapat memberikan informasi kebutuhan pengamanan e-Government. Sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya, kendali pengamanan lebih berfokus pada pengamanan

pengelolaan data didalam kantor berupa data operasional organisasi dan data koordinasi dengan instansi lain.



**Gambar 1 Model pengamanan e-Government di Indonesia**

**Tabel 1 Komponen Model Pengamanan e-Government**

No	Teknis		Operasional		Manajerial	
	Pengujian (IP)	Deteksi dan Reaksi (ID)	Pengujian (OP)	Deteksi (OD)	Pengujian (MP)	Deteksi (MD)
1	Kriptografi	Audit	Pengujian fisik	Deteksi ancaman (CIV/alam)	Pertanggung jawaban program	Sistematika yang ketat
2	Identifikasi	Integrity Detection System	Pengujian sistem	Deteksi ancaman	Pengujian program	Mekanisme keselamatan
3	Optimasi	Non-Hack	Pengujian virus	Pengujian akses	Pengujian akses	Mekanisme keselamatan
4	Pengujian Hk/Aes	Restore Secure State	Metode Pemulihan		Pelatihan karyawan	
5	Firewall	Antivirus dan Anti Malware	Pengujian tidak terduga			
6	Pengujian Integritas	Anti Spam	Backup			
7	Tindakan Digital		Pengujian tidak terduga (file)			
8			Pengujian tidak terduga (file)			
9			Pengujian tidak terduga (file)			
10			Cadangan sumber daya (backup)			
11			Pengujian tidak terduga (file)			

Penggunaan model pengamanan e-Government akan bergantung pada kerangka kerja implementasinya. Kerangka kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah kerangka kerja pengukuran risiko dengan penyesuaian. Penyesuaian yang tepat akan memudahkan implementasi model yang ada karena meminimalisir kemungkinan salah persepsi oleh instansi pengguna. Walaupun demikian, kerangka kerja yang disusun sesuai kebijakan membutuhkan kepastian kebijakan tersebut akan diikuti.

Pengetahuan akan teknologi informasi dalam instansi akan berbeda-beda. Pengetahuan akan standar pengamanan teknologi informasi yang baik juga akan berbeda terlebih standar tersebut

cenderung berkembang setiap tahun sesuai perkembangan ancaman. Model pengamanan dengan kendali yang lebih rinci akan memberikan kemudahan dalam implementasinya. Sebagai contoh panjang kunci kriptografi untuk data tersimpan pasti akan berbeda dengan data terkirim, sesuai dengan tingkat ancaman dan kerumitan implementasi.

Penerapan kerangka kerja pengamanan e-Government untuk negara berkembang di Indonesia masih menyisahkan 4 aspek yaitu komitmen pimpinan, keterampilan dan pelatihan, kesadaran keamanan dan mekanisme pengamanan. Tiga dari 4 aspek tersisa masih bersifat manajerial. Kondisi ini menunjukkan walaupun ketaatan terhadap kebijakan e-Government sudah terjamin, aspek manajerial masih diperlukan dalam model pengamanan di Indonesia. Model pengamanan e-Government untuk Lembaga Sandi Negara melibatkan tiga aspek yaitu teknis, operasional dan manajerial dengan total kendali 33 buah.

#### 4. Kesimpulan

Model pengamanan e-Government juga dimungkinkan untuk diterapkan di instansi pemerintah lain melihat karakteristik lemsaneg yang tidak memiliki kantor cabang, berinteraksi dengan instansi pemerintah lain, dan baru melaksanakan e-Government dalam bentuk website. Penelitian lebih lanjut mengenai model pengamanan ini dapat dilakukan pada kementerian yang melaksanakan pelayanan langsung kepada masyarakat. Penelitian ini perlu dipertimbangkan mengingat besarnya risiko keamanan bagi layanan yang berhubungan langsung atau dipublikasikan kepada masyarakat.

Perlu dibuatkan deskripsi untuk setiap kendali untuk memberikan model yang lebih baik. Perkembangan teknologi kriptografi, antivirus dan AMS cenderung berkembang oleh karena itu perlu ada penelitian lebih lanjut untuk menentukan kendali mana yang cukup diberikan deskripsi global dan kendali mana yang perlu diberikan deskripsi teknis. Penelitian lebih jauh dapat mengarah kepada kerangka kerja pengamanan e-Government yang langsung menjelaskan kendali pada setiap aplikasi e-Government yang ada didalam bluperint.

#### Daftar Pustaka

- [1] Al-Azazi, S. (2008). A multi-layer model for e-government information security assessment. Dubai: Cranfield University.

- [2] Alfawaz, S., & May, L. (2008). E-government security in developing countries: A managerial conceptual framework. International Research Society for Public Management XXII (hal. 12). BRISBANE QUEENSLAND: IRSPM.
- [3] DVA Australia, D. o. (2005). DVA E-Government Framework. Departement of Veterans Affair.
- [4] Hall, J. (2008, Mei 24). McGladrey. Dipetik Mei 25, 2011, dari <http://mcgladrey.com/Articles/The-UltraSecure-Network-Architecture>
- [5] Inpres No 3, K. d.-G. (2003). Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan E-Government. Indonesia.
- [6] Johansson, J. M. (2005). Protect Your Windows Network From Perimeter to Data. Crawfordsville, Indiana: Addison Wesley Professional.
- [7] Kemkominfo. (2011). Buku Putih Komunikasi dan Informatika Indonesia 2010. Jakarta: Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.
- [8] Kemkominfo. (2006). Rancangan Blueprint e-Government. Jakarta: Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indoensia.
- [9] NIST, S. P.-3. (2002, July). Risk Management Guide For Information Technology System. Soecial Publication 800-30 . NIST.
- [10] NIST, S. P.-5. (2009, Agustus). Recommended Security Controls for Federal Information Systems and Organizations. Special Publication 800-53 . NIST.
- [11] O'Brien. (2003). Introduction to Information Systems. McGraw-Hill.
- [12] Stalling, W. (2003). Netwoek Security Essential Aplication and Standard. New Jearsey: Pearson Education Inc.
- [13] UN. (2008). UN e-Government Survey 2008. New York: United Nations.
- [14] UU, n. 1. (2008). Undang-undang Informasi dan Transaksi Elektronik. Jakarta: Indonesia.
- [15] Wang, J. (2008). Computer Network Security Theory and Practice. New York: Springer Berlin Heidelberg New York

#### [CV Penulis]

**Prasetyo Adi Wibowo Putro**, menyelesaikan S2nya di Magister Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia. Lulusan Akademi Sandi Negara dan Fokus kepada Sistem Keamanan Komputer dan Organisasi



# PEMANFAATAN JAVA SCRIPT DALAM PROSES GENERATOR TEKA-TEKI SILANG BERBASIS WEB

**Y.Yohakim Marwanta**

*Jurusan Teknik Onformatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta  
Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta  
085799199061  
E-mail : yohak81@akakom.ac.id*

## **Abstrak**

Melatih pikiran dengan teka teki silang sangat membantu dalam mengasah otak dan sebagai sarana mengingat segala hal yang pernah dipelajari baik dari pendidikan formal maupun pendidikan non formal. Selain digunakan sebagai sarana untuk mengasah otak, permainan teka teki silang juga bisa digunakan sebagai sarana edukasi untuk belajar istilah dan kosakata baru bahasa Indonesia.

Dalam permainan teka-teki silang atau disingkat TTS kita harus mengisi ruang-ruang kosong (biasanya berbentuk kotak putih) dengan huruf-huruf yang membentuk sebuah kata berdasarkan pertanyaan yang diberikan. Petunjuk pertanyaan dalam teka-teki silang biasanya dibagi ke dalam dua kategori yaitu pertanyaan 'mendatar' dan pertanyaan 'menurun'.

Membuat balok-balok huruf yang membentuk kombinasi kata dari pertanyaan yang disajikan secara mendatar dan menurun tentunya dibutuhkan rumusan yang tepat sehingga jawaban yang diberikan akan sesuai dengan pertanyaannya. Apabila pembuatan teka-teki silang dilakukan secara manual tentunya butuh waktu yang tidak sedikit apalagi jika teka-teki silang yang disajikan memiliki jawaban yang panjang, yang mana semakin panjang jawaban sebuah pertanyaan maka dibutuhkan kombinasi rumus yang semakin panjang pula.

Perkembangan teknologi khususnya teknologi informasi sangat membantu dalam menangani permasalahan pembuatan TTS. Pembuatan Generator teka-teki silang akan sangat membantu dalam menyelesaikan permasalahan pembuatan teka teki silang secara manual yang dirasa sulit dan memakan waktu. Pembuatan Generator akan dengan mudah dilakukan dengan memanfaatkan bahasa pemrograman seperti PHP. Dengan dukungan bahasa pemrograman PHP maka hasil generator nantinya bisa ditampilkan dalam sebuah browser internet yang tentunya akan semakin membantu dalam pemanfaatan teka teki itu sendiri dikarenakan akses internet yang tidak terbatas oleh ruang dan waktu.

Kata Kunci : generator, internet, teka teki silang, teknologi

## **1. Pendahuluan**

Permainan olah kata untuk mengasah otak atau sering disingkat TTS merupakan salah satu sarana yang dapat digunakan untuk edukasi salah satunya adalah untuk belajar istilah dan kosakata baru bahasa Indonesia. Dalam permainan TTS kita harus mengisi ruang-ruang kosong (biasanya berbentuk kotak putih) dengan huruf-huruf yang membentuk sebuah kata berdasarkan petunjuk yang diberikan. Petunjuknya biasanya dibagi ke dalam kategori 'mendatar' dan 'menurun' tergantung arah kata-kata yang harus diisi.

TTS merupakan sebuah permainan sederhana yang sangat bersifat edukatif karena untuk menyelesaikannya dibutuhkan pengetahuan serta *intelelegensi quatity* (IQ).

Untuk membuat TTS dengan kombinasi jawaban mendatar dan menurun sering terdapat kendala dalam proses pembuatan permainan ini, dimana untuk menyusun balok-balok huruf harus sesuai dengan jawaban yang diinginkan. Hal ini dirasakan sangat rumit dan memakan banyak waktu jika dikerjakan secara manual.

Pembuatan Generator teka-teki silang akan sangat membantu dalam menyelesaikan permasalahan

pembuatan teka teki silang secara manual yang dirasa sulit dan memakan waktu, untuk itulah diperlukan suatu cara yang bisa menyelesaikan permasalahan tersebut dengan memanfaatkan teknologi informasi dan dukungannya.

## 2. Analisa, Desain dan Implementasi

### 2.1 Analisa Sistem

System yang dibangun merupakan sebuah aplikasi yang nantinya dapat digunakan untuk mengenerate balok-balok yang akan diisi dengan huruf jawaban dari pertanyaan yang disajikan. Untuk melakukan hal tersebut tentunya dibutuhkan masukan, proses yang tepat untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan.

Masukan system berupa data kata dan petunjuk(*pertanyaan*). Data kata nantinya digunakan sebagai jawaban atas pertanyaan sedangkan pertanyaan digunakan untuk menentukan jawaban yang ada.

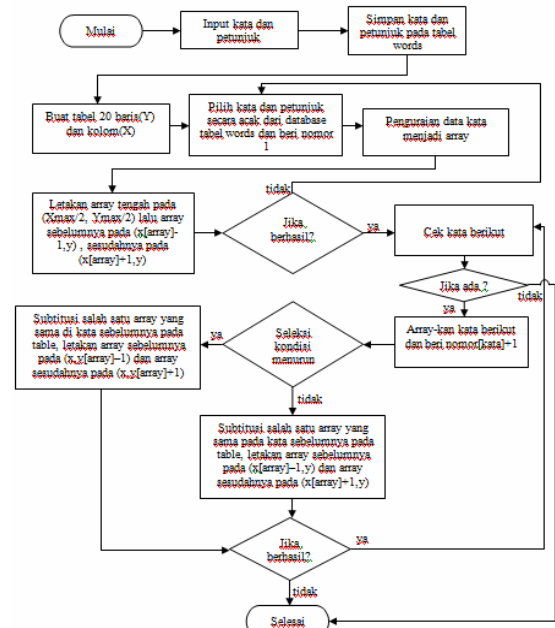
Masukan kata dan pertanyaan tentunya harus diproses untuk menghasilkan output berupa teka-teki silang dalam bentuk mendatar ataupun menurun. Setiap masukan baik itu pertanyaan maupun kata(jawaban) akan diproses dan dilakukan validasi, hal ini untuk menentukan banyaknya kolom/kotak yang diinginkan. Selain proses input dan validasi dibutuhkan proses penghitungan tabel, proses pembentukan serta menampilkan TTS berdasarkan data *input* tersebut.

Hasil yang diharapkan dari sistem ini adalah berupa tampilan TTS yang siap dicetak.

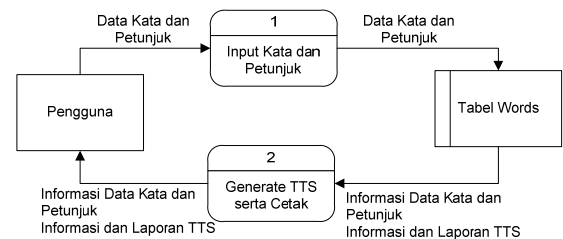
### 2.2 Desain

Mengacu pada hasil dari analisa system dibutuhkan suatu desain yang nantinya bisa di jadikan sebagai pedoman dalam implementasi system.

Untuk membangun system generator TTS ini disajikan dalam bentuk flowchart, Diagram Alir Data(DAD) dan Perancangan Basis Data. Diagram Alir dari sitem yang akan dibangun ditunjukkan pada Gambar 1, Diagram Alir Data ditunjukkan pada Gambar 2 dan Rancangan Tabel disajikan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Flowchart Sistem



Gambar 2. Diagram Alir Data (level 1)

Gambar 2.2 (Diagram Alir Data Level 1) dapat dilihat bahwa sistem terdiri dari 2 proses yaitu proses input data kata dan petunjuk dan proses generate TTS serta cetak. Aliran data dari pengguna berupa data kata dan petunjuk yang masuk ke proses input kata dan petunjuk lalu dilanjutkan dan masuk pada tabel *words*. Setelah itu dari tabel *words*, data dilanjutkan menuju proses generate TTS serta cetak. Kemudian data berubah menjadi informasi data kata dan petunjuk serta informasi dan laporan TTS dan diteruskan kembali kepada entitas pengguna.

Tabel 1 Struktur tabel words

No	Nama Field	Type	Panjang	Keterangan
1	No	Int	5	Nomor
2	groupid	Varchar	10	Arah Kata
3	kata	Varchar	20	Kata
4	pertanyaan	Varchar	255	Petunjuk

## 2.3 Implementasi

Hasil rancangan pada sub bab sebelumnya selanjutnya diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Mengacu pada Gambar 1, pada rancangan sistem yang telah dibuat, maka sistem yang dibangun ini mempunyai halaman Home, Panduan, Buat TTS dan Bantuan.

### 2.3.1 Halaman Buat TTS

Halaman yang sangat berperan dalam pembuatan TTS adalah halaman Buat TTS karena berfungsi sebagai tempat untuk meng-inputkan data-data, sehingga nantinya data-data tersebut dapat ditampilkan. Tampilan halaman Buat TTS bisa dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Tampilan Halaman Buat TTS

Untuk membuat TTS, tahap awal yang dilakukan adalah memasukkan data kata dan petunjuk pada form input data, agar kata-kata tersebut dapat diproses ke tahap selanjutnya yaitu tahap konfigurasi TTS.

Nama Program : tambah\_kata.php  
Fungsi Program : Menampilkan form tabel hasil input data.

Langkah-langkah proses pembuatan TTS dilakukan dengan beberapa tahapan, pertama-tama masuk kedalam form Buat TTS selanjutnya mengisi petunjuknya seperti Kata dan Pertanyaan lalu tekan tombol Tambah, dalam tombol Tambahkan terdapat action button yang akan memproses penambahan kata dan pertanyaan untuk selanjutnya dibuat menjadi TTS. Cuplikan Script tombol pembuatan TTS

```
<form action="?act=add_single" method="post">
<tr><td><font color="#FFFFFF">Kata</font></td>
<td><font color="#FFFFFF"></font></td>
<td><input type="text" name="kata" /></td></tr>
<tr>
<tdvalign="top"><fontcolor="#FFFFFF">Pertanyaan</font>
<tdvalign="top"><font color="#FFFFFF"></font></td>
<td><textarea type="text" name="pertanyaan" cols="30"
rows="3"></textarea></td>
</tr>
<tr><td colspan="2">&nbsp;&nbsp;&nbsp;</td>
```

No.	Kata	Pertanyaan	Aksi
1.	LEUKOSIT	Sel darah putih	Hapus
2.	RUPIAH	Mata uang Indonesia	Hapus
3.	BATMAN	Manusia kelelawar	Hapus
4.	PIZZA	Makanan khas Italy	Hapus
5.	FERRARI	Logo mobil kuda jingkrak	Hapus
6.	MARADONA	Gol tangan tuhan	Hapus
7.	KANAN	Lawan kiri	Hapus
8.	GUDEG	Makanan khas Jogja	Hapus
9.	SAMBA	Tarian asal Brazil	Hapus
10.	LAN	Local area network	Hapus

Gambar 4. Tabel TTS

Pada Gambar 4, tombol Proses difungsikan untuk menggenerate ke tabel TTS, Script tombol Proses ketika diklik maka akan menuju ke generate.php.

```
<a href="generate.php" target="_blank">
<input name="submit2" type="submit" value="Proses"/>
```

### 2.3.2. Konfigurasi TTS

Setelah melalui tahap pengisian kata dan petunjuk pada menu *Buat TTS*, selanjutnya beralih pada tahap konfigurasi TTS. Jika gagal, maka akan tampil pesan gagal, untuk mengetahui penyebab gagalnya pembentukan TTS, dapat dilihat pada menu *Bantuan*.

Gambar 5. Form Konfigurasi TTS

### 2.3.2. Mengenerate TTS

Setelah mengisi Form konfigurasi TTS, tahap berikutnya adalah memproses dengan cara menekan tombol "Proses" maka jika berhasil, TTS telah jadi dan tahap terakhir adalah mencetak TTS yang telah terbentuk.

Pemanfaatan Javascript terletak pada proses ini, java script sendiri digunakan untuk mempermudah user atau pengguna. Secara fungsional, JavaScript digunakan untuk menyediakan akses script pada objek yang dibenamkan (embedded). Contoh sederhana dari penggunaan JavaScript adalah membuka halaman pop up, fungsi validasi pada form sebelum data dikirimkan ke server, merubah image kursor ketika melewati objek tertentu, dan lain lain.



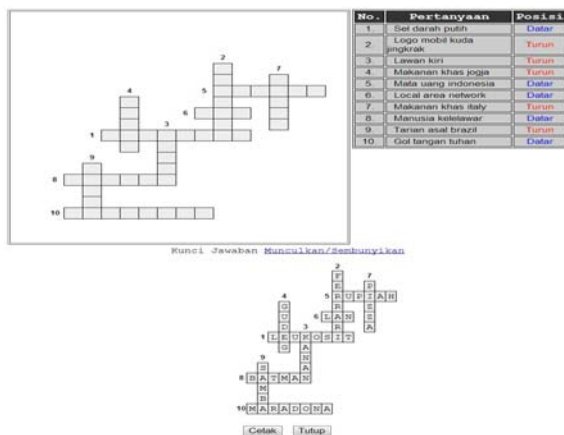
### 3. Hasil

Mengacu pada tahap implementasi sistem, dapat dilihat bahwa proses pembentukan TTS harus dilakukan dalam beberapa tahap yaitu :

1. Masuk kedalam form Buat TTS (Gambar 3)
2. Mengisikan petunjuknya seperti Kata dan Pertanyaan
3. Memproses penambahan kata dan pertanyaan untuk selanjutnya dibuat menjadi TTS (Gambar 4)

Bagian proses input kata dan petunjuk merupakan tahap awal untuk membuat TTS, jika tabel *words* kosong, maka TTS tidak dapat dibentuk. Setelah kata dan petunjuk telah tersimpan pada database, maka selanjutnya kata-kata tersebut akan diproses menjadi TTS.

Hasil dari proses generate TTS ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Generate TTS

Cuplikan script dibawah digunakan untuk menghubungkan javascript dan jquery.java, script ini difungsikan untuk membuat dan menggenerate tabel menurun dan mendatar seperti pada Gambar 6.

```
</script>
<script src="javascript/jquery.js"
type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
```

```
$(document).ready(function(){
    $(".slidingDiv").show();

    $('.show_hide').click(function(){
        $(".slidingDiv").slideToggle();
    });}); </script>
```

### Kesimpulan

Berdasarkan implementasi dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Masukan pada proses konfigurasi TTS menentukan keberhasilan Generator TTS.
2. Aplikasi generator TTS ini dapat membentuk secara otomatis kata-kata yang telah diinputkan pada sistem
3. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam pembuatan TTS
4. Dengan menggunakan *internet*, aplikasi ini mampu beredar lebih luas di masyarakat.

### Daftar Pustaka

- [1] Abdul Kadir, 2002, *Dasar Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [2] Bunafit Nugroho, 2007, *Trik dan Rahasia Membuat Aplikasi Web dengan PHP*, GAVA MEDIA, Yogyakarta.
- [3] <http://dunia-blogger.blogspot.com/2011/05/download-buku-panduan-javascript.html>, Juni 2013
- [4] Tedd Rugby, 2011, *crossword digital*. From <http://crossword.net/lesson-make-crossword-with-php>, 20 Maret 2013.

### [CV Penulis]

Y.Yohakim Marwanta, S.Kom, M.Cs. menyelesaikan studi S2 bidang Ilmu Komputer pada tahun 2010



# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **BASIS DATA**

---



# PREDIKSI STATUS REGISTRASI MAHASISWA BARU MENGGUNAKAN PEMODELAN TEKNIK DATA MINING

Bagus Mulyawan,<sup>1)</sup> Ahmad Hulaliah,<sup>2)</sup> Ery Dewayani<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>*Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara  
Jl. Letjen S.Parman No.1 Jakarta 11440  
E-mail : bagus@untar.ac.id*

<sup>2)</sup>*Program Studi Manajemen Informatika  
Akademik Manajemen Informatika dan Komputer Bina Sarana Informatika (AMIK BSI)  
Jl.Otista Raya, Tangerang  
ilal\_2000@yahoo.com*

<sup>3)</sup>*Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara  
Jln. Letjen S.Parman No.1, Jakarta 11440  
E-mail: dewayani@tarumanagara.ac.id*

## Abstrak

Universitas “X” setiap tahun menyelenggarakan kegiatan penerimaan mahasiswa baru untuk menarik siswa-siswi SMA dan yang sederajat untuk menjadi mahasiswa. Permasalahan yang terjadi adalah masih besarnya persentase calon mahasiswa yang sudah dinyatakan lulus tidak melakukan registrasi ulang dan target kuota mahasiswa baru yang belum tercapai. Untuk itu perlu dilakukan kajian untuk dapat melakukan prediksi berapa jumlah mahasiswa yang mendaftar yang melakukan registrasi. Dalam penelitian ini digunakan pemodelan teknik data mining *Naïve Bayes*, dan *Neural Network* dalam memecahkan permasalahan di atas dan sekaligus membandingkan tingkat akurasi dari kedua algoritma tersebut dengan menggunakan software Weka sebagai program bantu. Dengan menggunakan model *Cross-Standard Industry for Data Mining (CRISP-DM)*, dan dari hasil pengujian menggunakan metode *Confusion Matrix* dan Kurva ROC, diketahui bahwa algoritma *Neural network* dengan *Multilayer Perceptron* memiliki nilai *F-Measure* 0.626, dan metode *naïve bayes* dengan nilai 0.607. Nilai Kurva ROC untuk metode *Neural Network* 0.655 dan nilai kurva ROC *naïve bayes*, yaitu 0.643.

Kata kunci: algoritma, *naïve bayes*, *neural network*, Weka

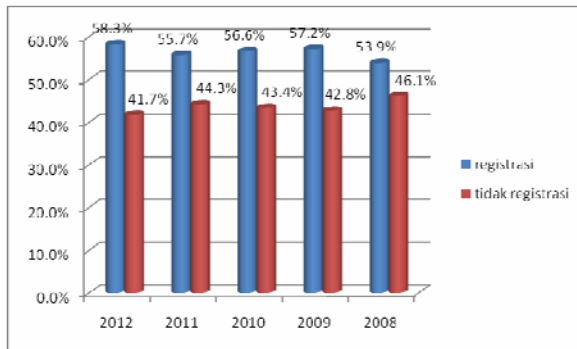
## 1. Pendahuluan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2005: 1019) “Seleksi merupakan pemilihan untuk mendapatkan yang terbaik”. Dapat disimpulkan bahwa seleksi masuk perguruan tinggi merupakan suatu kegiatan mendapatkan mahasiswa baru yang berkualitas secara akademis agar mampu mengikuti dan menyelesaikan studi di universitas sesuai dengan batas waktu dan ketentuan yang berlaku.

Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) Di Universitas “X” dilaksanakan melalui jalur prestasi dan melalui jalur tes. Jalur prestasi dilakukan dengan

melihat nilai rapor calon siswa sedangkan jalur tes melalui ujian tertulis. Setiap periode penerimaan mahasiswa baru setiap Program Studi harus menentukan kuota jumlah mahasiswa yang akan diterima. Yang menjadi permasalahan adalah bahwa jumlah mahasiswa yang melakukan registrasi tidak sama dengan jumlah mahasiswa yang dinyatakan lulus baik melalui jalur ujian tulis maupun melalui jalur prestasi.

Berikut disajikan grafik persentase calon mahasiswa yang melakukan registrasi dan yang tidak melakukan registrasi untuk tiap tahunnya.



Gambar 1. Grafik persentase registrasi dan tidak registrasi mahasiswa baru tahun 2008 sampai dengan tahun 2012.

(Sumber : Bag. Komputer, Universitas "X").

Jika dilihat lima tahun kebelakang berdasarkan data-data grafik 1. tersebut tampak bahwa persentase calon siswa yang tidak melakukan daftar ulang untuk tiap tahunnya cukup tinggi yaitu hampir 50% jumlah peserta yang dinyatakan lulus, *hal ini menjadi permasalahan dalam menentukan kuota di masa yang akan datang untuk setiap program studi.*

Untuk itu perlu dilakukan prediksi mahasiswa yang tidak melakukan daftar ulang dengan metode yang tepat. Predikailah yang tepat maka akan membantu pihak Universitas untuk menentukan kuota secara lebih tepat. Berbagai teknik data mining klasifikasi dapat digunakan.

Untuk melakukan prediksi dapat dilakukan dengan teknik data mining klasifikasi. Teknik data mining yang digunakan pada penelitian ini adalah Naïve Bayes dan Neural Network. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software *Weka*.

## 2. Model, Analisa, Desain dan Implementasi

### 2.1. Data Mining

*Data Mining* (Witten, 2011) didefinisikan sebagai proses penemuan pola dalam data. Banyak yang menggunakan *data mining* sebagai istilah populer dari KDD.

Gambar 2.1 menunjukkan langkah dalam proses *data mining*. Proses dalam tahap *data mining* terdiri dari tiga langkah utama, yaitu :

1. *Data Preparation*  
Pada langkah ini, data dipilih, dibersihkan, dan dilakukan *preprocessed* mengikuti pedoman dan *knowledge* dari ahli domain yang menangkap dan mengintegrasikan data internal dan eksternal ke dalam tinjauan organisasi secara menyeluruh.

2. *Algoritma data mining*  
Penggunaan algoritma *data mining* dilakukan pada langkah ini untuk menggali data yang terintegrasi untuk memudahkan identifikasi informasi bernilai.
3. *Fase analisa data*  
Keluaran dari data mining dievaluasi untuk melihat apakah *knowledge* domain ditemukan dalam bentuk *rule* yang telah diekstrak dari jaringan.



Sumber: (Maimon & Rokach, 2010)

Gambar 2. Langkah-langkah dalam Proses *Data Mining*

Berdasarkan tugasnya, *data mining* dikelompokkan menjadi (Larose, 2005) Deskripsi, Estimasi, Prediksi, Klasifikasi, *Clustering*, Asosiasi

### 2.2. Algoritma Klasifikasi *Data Mining*

Klasifikasi (Han, 2006) adalah proses penemuan model (atau fungsi) yang menggambarkan dan membedakan kelas data atau konsep yang bertujuan agar bisa digunakan untuk memprediksi kelas dari objek yang label kelasnya tidak diketahui.

Klasifikasi data terdiri dari 2 langkah proses. Pertama adalah *learning* (fase *training*), dimana algoritma klasifikasi dibuat untuk menganalisa data *training* lalu direpresentasikan dalam bentuk *rule* klasifikasi. Proses kedua adalah klasifikasi, dimana data tes digunakan untuk memperkirakan akurasi dari *rule* klasifikasi. (Han, 2006).

Proses klasifikasi didasarkan pada empat komponen: (Gorunescu, 2011)

- a. *Kelas*  
Variabel dependen yang berupa kategorikal yang merepresentasikan 'label' yang terdapat pada objek. Contohnya: resiko penyakit jantung, resiko kredit, *customer loyalty*, jenis gempa.
- b. *Predictor*  
Variabel independen yang direpresentasikan oleh karakteristik (atribut) data. Contohnya: merokok, minum alkohol, tekanan darah, tabungan, aset, gaji.
- c. *Training dataset*  
Satu set data yang berisi nilai dari kedua komponen di atas yang digunakan untuk menentukan kelas yang cocok berdasarkan *predictor*.

- d. Testing dataset  
Berisi data baru yang akan diklasifikasikan oleh model yang telah dibuat dan akurasi klasifikasi dievaluasi.

### 2.3. Naïve Bayes

Klasifikasi Bayes juga dikenal dengan *Naïve Bayes*, memiliki kemampuan sebanding dengan dengan pohon keputusan dan *neural network* (Han, 2006). *Naïve Bayes*, yang juga disebut *idiot's Bayes*, *simple Bayes*, dan *independence Bayes*, adalah metode yang baik karena mudah dibuat, tidak membutuhkan skema estimasi parameter perulangan yang rumit, ini berarti bisa diaplikasikan untuk *data set* berukuran besar (Wu, 2009). Dalam Titterton et al. (1981), model *independence* ini menghasilkan pemecahan yang terbaik. Klasifikasi Bayes didasarkan pada teorema Bayes:

$$P(x|y) = \frac{P(y|x) P(x)}{P(y)}$$

keterangan :

y = data dengan kelas yang belum diketahui  
x = hipotesis data y merupakan suatu kelas spesifik  
 $P(x|y)$  = probabilitas hipotesis x berdasar kondisi y (*posteriori probability*)  
 $P(x)$  = probabilitas hipotesis x (*prior probability*)  
 $P(y|x)$  = probabilitas y berdasarkan kondisi pada hipotesis x  
 $P(y)$  = probabilitas dari y

*Naïve bayes* adalah penyederhanaan metode *bayes*. Teorema bayes disederhanakan menjadi:

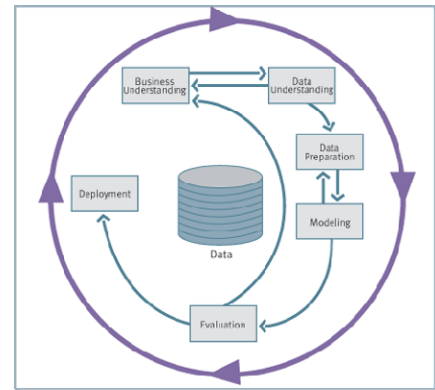
$$P(x|y) = P(y|x) P(x)$$

Penggunaan teorema Bayes pada algoritma *Naïve Bayes* yaitu dengan mengkombinasikan *prior probability* dan probabilitas bersyarat dalam sebuah rumus yang bisa digunakan untuk menghitung probabilitas tiap klasifikasi yang mungkin (Bramer, 2007).

### 2.4. Cross-Industry Standart Process for Data Mining(CRISP-DM)

*Cross-Industry Standart Process for Data Mining* atau disingkat CRISP-DM adalah suatu lembaga perusahaan yang didirikan oleh Komisi Eropa pada tahun 1996 yang menetapkan standar proses *data mining* sebagai strategi pemecahan masalah secara umum dari bisnis atau unit penelitian. CRISP-DM memiliki siklus hidup yang terbagi atas enam fase seperti pada Gambar 2.3. Keenam fase itu adalah fase *business understanding*, fase *data understanding*, fase *data preparation*, fase

*modeling*, fase *evaluasi* dan yang terakhir adalah fase *deployment*.



Gambar 3. Siklus Hidup CRISP-DM

Sumber: <http://www.crisp-dm.org>, diunduh 2012

Berikut enam fase siklus hidup pengembangan *data mining* menggunakan CRISP-DM (<http://www.crisp-dm.org>) :

### 2.5. Evaluasi dan Validasi Metode Klasifikasi Data Mining

Untuk menguji model, pada penelitian ini, digunakan metode *Cross Validation*, *Confusion Matrix*, dan kurva ROC (*Receiver Operating Characteristic*).

#### 1. Cross Validation

*Cross validation* adalah pengujian standar yang dilakukan untuk memprediksi *error rate*. Data *training* dibagi secara random ke dalam beberapa bagian dengan perbandingan yang sama kemudian *error rate* dihitung bagian demi bagian, selanjutnya hitung rata-rata seluruh *error rate* untuk mendapatkan *error rate* secara keseluruhan.

#### 2. Confusion matrix

Metode ini menggunakan tabel matriks seperti pada Tabel 2.1, jika data set hanya terdiri dari dua kelas, kelas yang satu dianggap sebagai positif dan yang lainnya negatif (Bramer, 2007).

Tabel 1. Model Confusion Matrix (Bramer, 2007)

Klasifikasi benar	yang	Diklasifikasikan sebagai	
		+	-
+		true positives	false negatives
-		false positives	true negatives

*True positives* adalah jumlah *record* positif yang diklasifikasikan sebagai positif, *false positives* adalah jumlah *record* negatif yang diklasifikasikan sebagai positif, *false negatives* adalah jumlah *record*

positif yang diklasifikasikan sebagai negatif, *true negatives* adalah jumlah *record* negatif yang diklasifikasikan sebagai negatif, kemudian masukkan data uji. Setelah data uji dimasukkan ke dalam *confusion matrix*, hitung nilai-nilai yang telah dimasukkan tersebut untuk dihitung jumlah *sensitivity* (*recall*), *specificity*, *precision* dan *accuracy*. *Sensitivity* digunakan untuk membandingkan jumlah TP terhadap jumlah *record* yang positif sedangkan *specificity* adalah perbandingan jumlah TN terhadap jumlah *record* yang negatif. Untuk menghitung digunakan persamaan di bawah ini (Han, 2006):

$$sensitivity = \frac{TP}{P}$$

$$specificity = \frac{TN}{N}$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$accuracy = sensitivity \frac{P}{(P + N)} + specificity \frac{N}{(P + N)}$$

Keterangan:

TP = jumlah *true positives*  
 TN = jumlah *true negatives*  
 P = jumlah *record* positif  
 N = jumlah *tupel* negatif  
 FP = jumlah *false positives*

### Kurva ROC

Kurva ROC menunjukkan akurasi dan membandingkan klasifikasi secara visual. ROC mengekspresikan *confusion matrix*. ROC adalah grafik dua dimensi dengan *false positives* sebagai garis horisontal dan *true positives* sebagai garis vertikal (Vercellis, 2009). *The area under curve* (AUC) dihitung untuk mengukur perbedaan performansi metode yang digunakan. AUC dihitung menggunakan rumus: (Liao, 2007)

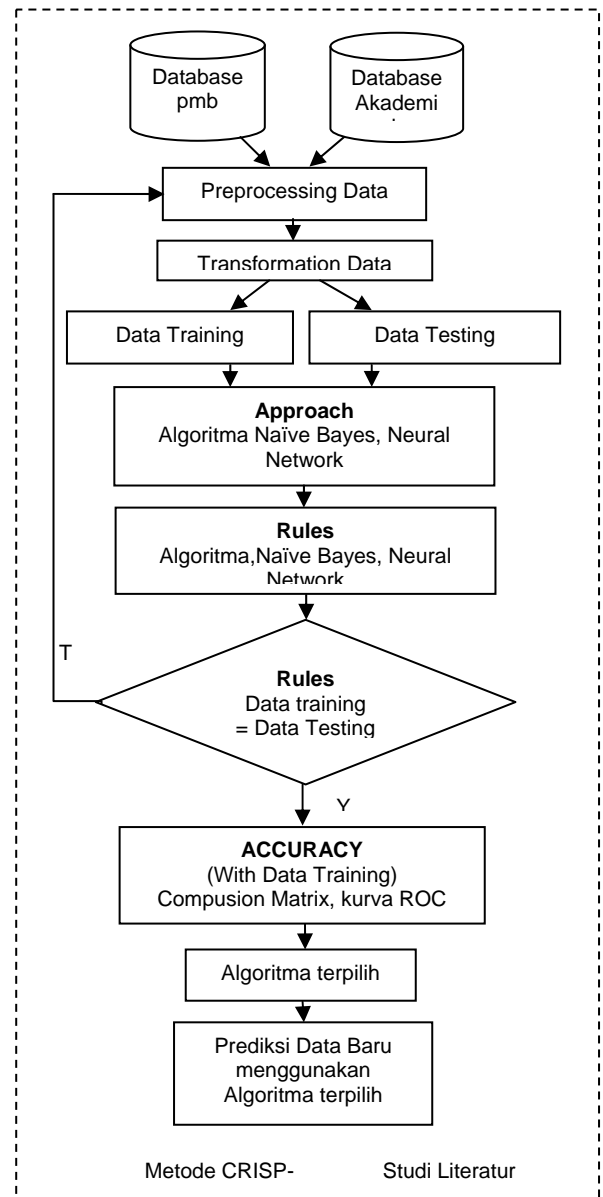
$$\theta^r = \frac{1}{mn} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \psi(x_i^r, x_j^r)$$

Dimana  $(X, Y) = \begin{cases} 1 & Y < X \\ \frac{1}{2} & Y = X \\ 0 & Y > X \end{cases}$

K = jumlah algoritma klasifikasi yang dikomparasi  
 X = output *positif*  
 Y = output *negatif*

## 2.6 METODE PENELITIAN

### Kerangka Pemikiran



Gambar 4. Kerangka Pemikiran

Secara garis besar kerangka pemikiran pada gambar 5. di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Langkah awal adalah pengambilan data-data penerimaan mahasiswa baru yang berasal dari database mahasiswa baru dan data-data registrasi mahasiswa baru yang berasal dari data akademik mahasiswa.
2. Tahap preprocessing data yaitu menggabungkan data pendaftaran mahasiswa baru dan data registrasi mahasiswa baru

- sehingga didapat untuk setiap peserta diketahui status daftar ulang atau tidak daftar ulang.
3. Transformation data adalah memilih dan menentukan atribut-atribut yang akan dipergunakan untuk penelitian dan menyesuaikan nilai atribut dengan keperluan penelitian.
  4. Dari hasil transformation data kemudian dilakukan pemecahan data menjadi data training dan data testing.
  5. Data training dan data testing dipergunakan untuk mendapatkan rule dari algoritma ,Naïve Bayes, dan Neural Network .
  6. Rules yang terbentuk atau yang dihasilkan dari data training dan data testing untuk masing masing algoritma dibandingkan, apakah antara data training dan data testing tiap algoritma menghasilkan rules yang sama.
  7. Jika antara data training dan data testing untuk masing-masing algoritma menghasilkan rules yang sama, maka dilanjutkan kelangkah selanjutnya yaitu mencari accuracy , tetapi jika data training dan data testing menghasilkan rules yang berbeda untuk masing-masing algoritma, maka kembali ke langkah preprocessing data.
  8. Untuk setiap rules yang sudah diuji, dilakukan penghitungan akurasi dari ketiga algoritma tersebut dengan menggunakan confusion matrix dan curva ROC, untuk membandingkan tingkat akurasi ketiga algoritma digunakan hasil dari data training .
  9. Kemudian didapat algoritma terpilih yang memiliki nilai akurasi tertinggi.
  10. Langkah terakhir adalah melakukan prediksi terhadap data baru dengan menggunakan algoritma terpilih.

Penulis juga menerapkan metode CRISP-DM dan studi literatur dalam melakukan penelitian ini. Untuk mengembangkan aplikasi (*development*) berdasarkan model yang dibuat, digunakan software WeKa dan microsoft excel untuk tahap transformasi data.

## 2.6.2 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam eksperimen ini menggunakan model *Cross-Standard Industry for Data Mining* (CRISP-DM) yang terdiri dari 6 fase, yaitu: (Sumathi, 2006)

1. Business Understanding  
Pada tahap ini dilakukan pemahaman dari objek penelitian yang dituju.Studi literatur yang berhubungan dengan obyek penelitian juga penulis lakukan pada tahap ini.
2. Data Understanding  
Pada tahap Data Understanding yang dilakukan adalah mengambil data mentah yang berasal

dari sistem penerimaan mahasiswa baru dan mengambil data registrasi mahasiswa baru yang berasal dari sistem informasi akademik Universitas “X”, pengambilan dilakukan dengan menggunakan software SQL Server 2000, hasil pada tahap ini adalah dua dataset yaitu dataset mahasiswa baru dan dataset registrasi mahasiswa baru tahun akademik 2012/2013 untuk program Strata 1.

3. Data Preparation  
Adalah tahap penyiapan data atau preprocessing bertujuan untuk mendapatkan data yang bersih dan siap untuk digunakan dalam penelitian. Hasil tahap ini adalah terbentuknya satu dataset yang sudah mengalami preprocessing yang akan dipecah menjadi data training dan data testing dan siap diujikan ke model algoritma data mining yang akan digunakan.
4. Modeling  
Tahap ini juga dapat disebut tahap learning karena pada tahap ini data training diklasifikasikan oleh model dan kemudian menghasilkan sejumlah aturan. Pada penelitian ini, pembuatan model menggunakan dua algoritma, yaitu algoritma naïve bayes, dan neural network. Kemudian aturan diuji lagi menggunakan data testing. Untuk pemodelan dipergunakan software WEKA dalam mengaplikasikan kedua algoritma tersebut.
5. Evaluation  
Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap model-model yang dikomparasi untuk mendapatkan informasi model yang paling akurat. Evaluasi dan validasi menggunakan metode confusion matrix dan kurva ROC. Untuk membandingkan tingkat akurasi kedua algoritma digunakan hasil dari pengolahan dengan menggunakan data training.
6. Deployment  
Setelah pembentukan model dan dilakukan analisa dan pengukuran pada tahap sebelumnya, selanjutnya pada tahap ini diterapkan model yang paling akurat dengan memakai data baru di luar data training dan data testing. Data baru diambil dari data penerimaan mahasiswa baru dan data registrasi mahasiswa baru tahun 2011/2012.

## 3. Hasil

### 3.1.Hasil Penelitian

Pada tahap analisa menggunakan langkah-langkah metode CRISP-DM, kemudian didapat enam atribut prediktor dan satu atribut status sebagai kelas. Atribut-atribut yang menjadi parameter terlihat pada Tabel 2.



**Tabel 2. Atribut dan nilai kategori**

No	Atribut	Nilai Kategori	Keterangan
1	Jalur Ujian	Jalur Tes (01,02,03,04,05,06) Jalur Prestasi (07,08)	Didapat dari digit 5 dan ke 6 nomor registrasi.
2	Peringkat Kelulusan	P0 nilai >=85 P1 75 >= nilai <85 P2 68 >=nilai <75 P3 58 >=nilai <68	nilai tes (jalur tes) atau nilai rapor (jalur prestasi)
3	Tempat Ujian	Daerah jika -> 01,02,03,04,05 Jakarta jika -> 06,07,08	Didapat dari digit ke 5 dan ke 6 noreg
4	Jenis Kelamin	1 =Pria, 2=Wanita	Pria Wanita diambil dari atribut jns_kel
5	Jurusan SMA	1= IPA,2=IPS,3,4,5= Lainnya	Diambil dari atribut jur_sma
6	Agama	1 =Islam	diambil dari

		2 = Protestan 3 = Katolik 4 = Budha	atribut agama
		5 = Hindu 6 =Lainnya	
7	Status	Jika noreg ada -> registrasi Jika noreg tidak ada -> tidak	Di dapat dari atribut no_usm atau noreg di tabel registrasi

Keterangan:

P0,P1,P2,P3: peringkat, noreg: nomor registrasi, no\_usm:nomor ujian saringan masuk, jns\_kel: jenis kelamin, jur\_sma: jurusan sma.

Setelah dilakukan *preprocessing*, data yang didapat sebanyak 4594 *record* kemudian dilakukan pembagian menjadi data training 80% dan data testing 20%. selanjutnya kedua data dirubah kebentuk file .csv dengan bantuan microsoft excel supaya dapat dibaca oleh software Weka.

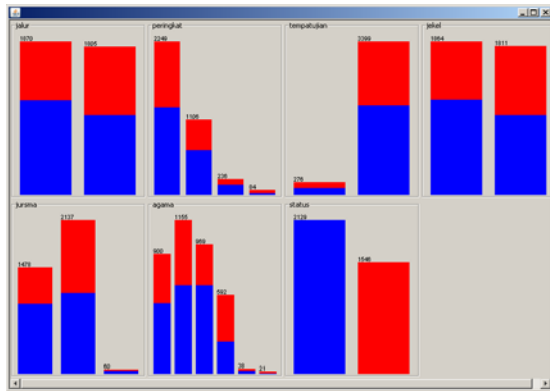
**Tabel 3. Sampel Data Training**

jalur	peringkat	Tempat ujian	Jenis kelamin	jurusan	agama	status
test	P3	Daerah	Pria	IPS	Katolik	registrasi
test	P3	Daerah	Wanita	IPS	Katolik	tidak
test	P2	Daerah	Wanita	IPS	Protestan	registrasi
test	P3	Daerah	Pria	IPS	Protestan	registrasi
test	P3	Daerah	Pria	IPS	Protestan	registrasi
test	P2	Daerah	Pria	IPA	Protestan	registrasi
test	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	registrasi
prestasi	P3	Daerah	Wanita	IPS	Protestan	tidak
test	P3	Daerah	Pria	IPS	Katolik	registrasi
test	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Budha	tidak
prestasi	P3	Daerah	Wanita	IPS	Budha	tidak
test	P3	Daerah	Wanita	IPS	Islam	tidak
test	P2	Daerah	Pria	IPS	Budha	tidak
prestasi	P3	Jakarta	Pria	IPS	Budha	registrasi
test	P3	Daerah	Wanita	IPS	Protestan	tidak
test	P2	Daerah	Pria	IPA	Budha	registrasi
test	P3	Daerah	Wanita	IPS	Budha	tidak
prestasi	P2	Daerah	Pria	IPA	Budha	registrasi
prestasi	P2	Jakarta	Pria	IPS	Budha	registrasi
test	P3	Daerah	Pria	IPS	Budha	registrasi

**Tabel 4. Sampel Data Testing**

jalur	peringkat	Tempat ujian	Jenis kelamin	jurusan	agama	status
prestasi	P3	Jakarta	Pria	IPS	Budha	registrasi
test	P3	Jakarta	Pria	Lainnya	Katolik	registrasi
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	registrasi
prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	registrasi
test	P3	Daerah	Pria	IPA	Protestan	tidak
prestasi	P3	Jakarta	Pria	IPS	Protestan	registrasi
test	P2	Jakarta	Wanita	IPS	Katolik	registrasi
prestasi	P3	Daerah	Wanita	IPA	Budha	tidak
prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPS	Budha	registrasi
test	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Katolik	registrasi
test	P2	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	registrasi
prestasi	P1	Jakarta	Wanita	IPA	Katolik	registrasi
test	P3	Daerah	Wanita	IPS	Budha	registrasi
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Budha	registrasi
prestasi	P3	Daerah	Wanita	IPS	Protestan	tidak
prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	registrasi
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	registrasi

Berikut sebaran data untuk data training seperti gambar 5.



Gambar 5.. Sebaran data training

Kemudian dilakukan pengujian menggunakan algoritma Naïve Bayes, dan Neural Network didapat hasil sebagai berikut .

- Perbandingan hasil algoritma *Naive Bayes* antara Data Training dengan Data Testing

Tabel 5. Perbandingan hasil antara Data Training dengan Data Testing Algoritma Naïve Bayes

	rec ord	record terklasifikasi	precision	recall	F- Measu re
Data Training	367 5	62.67%	0.619	0.627	0.607
Data Testing	919	63.33%	0.62	0.633	0.619

Dari perbandingan probabilitas registrasi dan tidak registrasi, persentase record terklasifikasi , record persentase tidak terklasifikasi, nilai rerata precision, nilai rerata recall, nilai rerata F-Measure dan perbandingan nilai ROC area dapat ditarik kesimpulan model yang dihasilkan oleh naive bayes untuk data training dengan data testing mempunyai model yang sama.

- Perbandingan hasil algoritma *Neural Network* antara Data Training dengan Data Testing

Berikut tabel perbandingan antara data training dengan data testing untuk algoritma Neural Network.

Tabel 6. Perbandingan hasil antara Data Training dengan Data Testing Algoritma Neural Network

	record	record terklasifikasi	precision	recall	F- Measure
Data Training	3675	62.59%	0.627	0.626	0.626
Data Testing	919	59.85%	0.601	0.598	0.6

Dari perbandingan persentase record terklasifikasi , record persentase tidak terklasifikasi, nilai rerata precision, nilai rerata recall, nilai rerata F-Measure dan perbandingan nilai ROC area dapat ditarik kesimpulan model yang dihasilkan oleh neural network untuk data training dengan data testing mempunyai model yang sama.

### 3.2 Evaluation

Berikut daftar confusion matrix dari kedua algoritma dengan menggunakan data training.

#### Confusion Matrix Naïve Bayes

=== Confusion Matrix ===

a b <-- classified as

1723 406 | a = registrasi

966 580 | b = tidak

#### Confusion Matrix Neural Network

=== Confusion Matrix ===

a b <-- classified as

1428 701 | a = registrasi

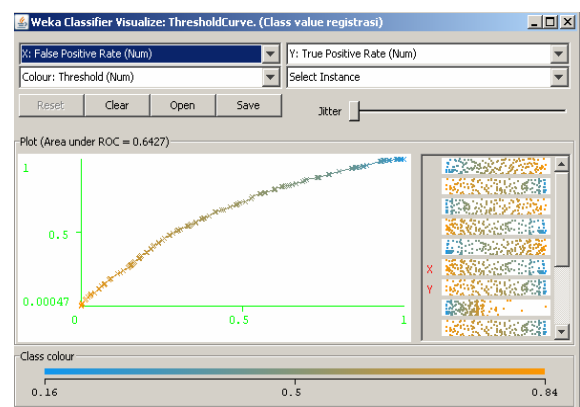
674 872 | b = tidak

Kemudian dicari nilai accuracy dari ketiga confusion matrix tersebut dan didapat hasil seperti yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Perbandingan *Precision, Recall, F-Measure* dan *Accuracy* dengan data training

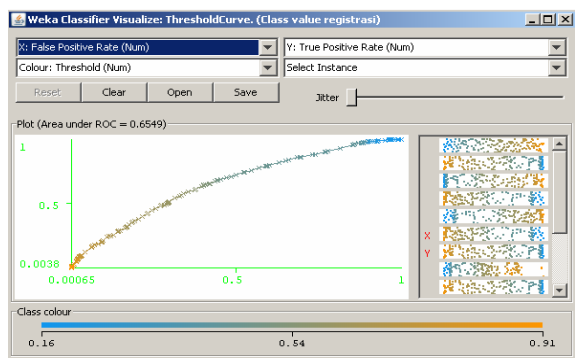
	Precisi on	Recall	F-Measure	Accuracy
Naive Bayes	0.619	0.627	0.607	0.62
Neural Network	0.627	0.626	0.626	0.65

Curva ROC Area Naive Bayes dengan data training



Gambar 6. Curva ROC Area Naive Bayes

Curva ROC Area Neural Network dengan data training



Gambar 7. Curva ROC Area Neural Network

Tabel 8. perbandingan F-Measure, ROC Area dan Accuracy

	ROC Area	F-Measure	Accuracy
Naive Bayes	0.643	0.607	0.62
Neural Network	0.655	0.626	0.65

Dari tabel di atas dapat dilihat Nilai ROC Area, *F-Measure* dan *Accuracy Neural Network* lebih tinggi dibandingkan dengan Naive Bayes dengan begitu Algoritma *Neural Network* dengan *Multilayer Preceptron* lebih baik dalam mengklasifikasi status registrasi mahasiswa baru.

### 3.3 Deployment

Pada tahap ini dilakukan penerapan algoritma *Neural Network* dengan *Multilayer Preceptron* pada data baru yang diambil secara acak, data diambil untuk mahasiswa baru tahun 2011/2012.

Tabel 9. Sampel data baru mahasiswa baru tahun 2011/2012

jalur	peringkat	tempat ujian	Jenis kelamin	jurusan	agama	status
test	P3	Jakarta	Pria	IPS	Budha	?
test	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Katolik	?
test	P2	Jakarta	Pria	IPS	Budha	?
test	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	?
test	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	?
test	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	?
test	P1	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	?
prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	?
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	?
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	?
prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	?
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	Lainnya	Protestan	?
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	?
prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	?
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	?
prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	?
prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Katolik	?
prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Katolik	?
prestasi	P3	Jakarta	Pria	IPA	Budha	?

Kemudian dilakukan prediksi status registrasi dari data di atas dengan menggunakan software Weka dan algoritma *Neural Network* dengan *Multilayer Preceptron* sebagai algoritma terbaik dari

hasil pada tahap evaluasi. Dan didapat hasil seperti pada gambar berikut:

ARFF-Viewer - D:\DM\_MHSBARU\data\final\hsl\_prediksi\_NNdtbaru2.arff

File Edit View

hsl\_prediksi\_NNdtbaru2.arff

Relation: DTraining\_predicted

No.	1: jalur Nominal	2: peringkat Nominal	3: tempatujuan Nominal	4: jekel Nominal	5: jursma Nominal	6: agama Nominal	7: predictedstatus Nominal	8: status Nominal
1	test	P3	Jakarta	Pria	IPS	Budha	registrasi	
2	test	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Katolik	registrasi	
3	test	P2	Jakarta	Pria	IPS	Budha	registrasi	
4	test	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	registrasi	
5	test	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	tidak	
6	test	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	registrasi	
7	test	P1	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	registrasi	
8	prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	registrasi	
9	prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	tidak	
10	prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Protestan	tidak	
11	prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	registrasi	
12	prestasi	P3	Jakarta	Wanita	Lainnya	Protestan	registrasi	
13	prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	registrasi	
14	prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	tidak	
15	prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPA	Protestan	tidak	
16	prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	registrasi	
17	prestasi	P3	Jakarta	Wanita	IPS	Katolik	registrasi	
18	prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Katolik	tidak	
19	prestasi	P3	Jakarta	Pria	IPA	Budha	registrasi	
20	prestasi	P2	Jakarta	Wanita	IPA	Budha	registrasi	

Gambar 8. Hasil prediksi data baru dengan Neural Network

hsl\_prediksi\_NNdtbaru2 - WordPad

File Edit View Insert Format Help

```
@relation DTraining_predicted
@attribute jalur (test,prestasi)
@attribute peringkat (P3,P2,P1,P0)
@attribute tempatujuan (Daerah,Jakarta)
@attribute jekel (Pria,Wanita)
@attribute jursma (IPS,IPA,Lainnya)
@attribute agama (Katolik,Protestan,Budha,Islam,Lainnya,Hindu)
@attribute predictedstatus (registrasi,tidak)
@attribute status (registrasi,tidak)

@data
test,P3,Jakarta,Pria,IPS,Budha,registrasi,?
test,P3,Jakarta,Wanita,IPS,Katolik,registrasi,?
test,P2,Jakarta,Pria,IPS,Budha,registrasi,?
test,P3,Jakarta,Wanita,IPS,Protestan,registrasi,?
test,P3,Jakarta,Wanita,IPA,Protestan,tidak,?
test,P3,Jakarta,Wanita,IPA,Budha,registrasi,?
test,P1,Jakarta,Wanita,IPS,Protestan,registrasi,?
prestasi,P2,Jakarta,Wanita,IPS,Protestan,registrasi,?
prestasi,P3,Jakarta,Wanita,IPA,Protestan,tidak,?
prestasi,P3,Jakarta,Wanita,IPS,Protestan,tidak,?
prestasi,P2,Jakarta,Wanita,IPA,Budha,registrasi,?
prestasi,P3,Jakarta,Wanita,Lainnya,Protestan,registrasi,?
prestasi,P3,Jakarta,Wanita,IPA,Budha,registrasi,?
prestasi,P2,Jakarta,Wanita,IPA,Protestan,tidak,?
prestasi,P3,Jakarta,Wanita,IPA,Protestan,tidak,?
prestasi,P2,Jakarta,Wanita,IPA,Budha,registrasi,?
```

Gambar 9. Hasil prediksi data baru algoritma Neural Network dalam format .arff

Berdasarkan hasil prediksi algoritma *Neural Network* di atas kemudian dibandingkan dengan data mahasiswa yang melakukan registrasi tahun 2011/2012 ternyata 95% hasil prediksi benar.

## 4. KESIMPULAN

### a. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Teknik-teknik data mining dapat digunakan untuk memprediksi status registrasi mahasiswa baru
2. Prediksi status registrasi mahasiswa menggunakan teknik *Neural Network* mempunyai akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan algoritma Naïve bayes.

3. Faktor dominan yang mempengaruhi calon mahasiswa baru memutuskan melakukan registrasi menjadi mahasiswa baru adalah jurusan sma dan faktor agama baru kemudian faktor Peringkat test.

### b. Saran

Agar penelitian ini bisa ditingkatkan, berikut adalah saran-saran yang diusulkan:

1. Hasil penelitian ini diharapkan bisa digunakan” untuk lebih meningkatkan jumlah mahasiswa yang melakukan registrasi ulang, disertai dengan pembuatan *Standard Operational Procedure* dan pelatihan bagi *end-user*.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi mahasiswa yang tidak melakukan registrasi ulang misalnya faktor kebijakan baik administrasi maupun keuangan atau faktor keunggulan daya saing dari pesaing.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bramer, Max. *Principles of Data Mining*. London: Springer.2007
- [2] Gorunescu, Florin ,*Data Mining: Concepts, Models, and Techniques*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.2011
- [3] Han, J.,&Kamber, M. *Data Mining Concept and Tehniques*.SanFransisco: Morgan Kauffman.2006
- [4] Larose, D. T. (2005).*Discovering Knowledge in Data*. New Jersey: John Willey & Sons, Inc. 2005
- [5] Sumathi, & S., Sivanandam, S.N. *Introduction to Data Mining and its Applications*. Berlin Heidelberg New York: Springer.2006
- [6] Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A. *Data Mining: Practical Machine Learning and Tools*. Burlington: Morgan Kaufmann Publisher. 2011
- [7] Wu, Xindong& Kumar, Vipin. *The Top Ten Algorithms in Data Mining*. Boca Raton: CRC Press.2009

### [CV Penulis]

**Bagus Mulyawan**, menyelesaikan studi S1 bidang Teknik Komputer tahun 1992 di Universitas Gunadarma, S2 Sistem Informasi Universitas Budi Luhur Jakarta, saat ini sebagai staf pengajar di Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara, Jakarta

**Ery Dewayani**, menyelesaikan studi S1 Matematika di Universitas Indonesia, S2 Sistem Informasi Universitas Gunadarma Jakarta, saat ini staf pengajar di Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara.

**Ahmad Hulaliah**, menyelesaikan studi S1 Teknik Informatika Gunadarma, S2 Magister Komputer Universitas Nusa Mandiri, saat ini sebagai staf Pengajar di AMIK Bina Nusantara , Jakarta.



# MEMBANGUN ALGORITMA DAN APLIKASI TRANSFORMASI DATA DARI DATABASE KE FORMAT XML

Mohammad Guntara,<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Informatika , STMIK AKAKOM Yogyakarta  
Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta  
08564319858

*E-mail* : guntara@akakom.ac.id

## Abstrak

XML saat ini merupakan salah satu bahasa markup dengan struktur yang dapat dibuat sendiri oleh pemrogram, yang digunakan untuk pertukaran data dalam ukuran yang relatif besar. Sumber data XML dapat berupa data statis ataupun berasal dari database.

Data statis berarti data dapat langsung dimasukkan pada tag-tag yang ada, sedangkan bila berasal dari basis data, maka diperlukan proses transformasi, karena struktur sangat berbeda antara basis data dan XML.

Untuk itulah diperlukan suatu *tool* yang dapat mentransformasikan data dari basis data ke format XML. *Tool* yang dimaksud adalah perangkat lunak dengan ukuran kecil dengan bahasa yang biasa dipakai di dunia web yakni PHP dengan database server MySQL dengan dukungan DOM Document PHP

Dengan adanya *tool* ini XML dapat langsung dibentuk dari basis data dengan *query* sesuai yang diharapkan sehingga proses pembentukan cepat dan praktis dan setiap saat dapat digunakan bila terdapat manipulasi data pada basis data, yang tentunya XML juga harus menyesuaikannya.

Kata kunci: Database, DOM Document, Transformasi database ke XML, XML

## 1. Pendahuluan

Secara umum *website* saat ini banyak yang menggunakan *website* dinamis dalam arti menggunakan basis data sebagai media penyimpanan data. Bila cacah tabel, cacah record, ataupun relasi antar tabelnya kompleks dan diakses secara bersamaan oleh banyak pengguna bukan tidak mungkin kinerja sistem menjadi lambat, bahkan bisa *deadlock*.

Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan 'pembagian' media penyimpanan data. Satu sisi tetap di server basis data, sisi yang lain sebagai file tetapi berisi data/informasi atau yang dikenal XML. Data-data yang dikemas dalam bentuk XML sebaiknya berupa data / informasi yang relatif statis atau jarang berupa, jadi bukan tabel-tabel yang bersifat transaksional yang sering berubah.

Membentuk XML melalui *text editor* jelas sangat tidak praktis terutama untuk ukuran data menengah dan besar.

Untuk itulah pada penelitian ini mencoba membangun *tools* atau perangkat lunak aplikasi (disingkat: aplikasi) yang digunakan untuk mentransfer data dari bentuk basis data ke bentuk XML untuk membangun aplikasi ini diperlukan tahapan : menyusun algoritma, implementasi atau *coding*, dan uji coba dengan database MySQL dengan data sampel.

Aplikasi ini berfungsi untuk mentransformasikan bentuk basis data relasional dengan data disusun atas dasar baris dan kolom menjadi bentuk XML dimana dengan XML ini data dikemas dalam elemen-elemen yang menyerupai HTML. Dengan adanya aplikasi ini maka pembentukan XML menjadi praktis dan cepat.



## 2. Landasan teori, Analisis, Desain dan Implementasi

### 2.1 Landasan teori

#### XML

XML merupakan akronim dari eXtensible Markup Language, adalah bahasa mark-up untuk transport dan menyimpan data dengan struktur yang dibuat oleh siapapun. XML dapat diidentifikasi sebagai sebuah file sehingga dapat disimpan sesuai dengan file -file script yang lain, dengan demikian beban database server dapat dikurangi.

Teknologi ini dikembangkan mulai tahun 1996 dan mendapatkan pengakuan dari W3C pada bulan Februari 1998. Teknologi yang digunakan pada XML sebenarnya bukan teknologi baru, tapi merupakan turunan dari SGML yang telah dikembangkan pada awal 80-an dan telah banyak digunakan pada dokumentasi teknis proyek-proyek berskala besar. Ketika HTML dikembangkan pada tahun 1990, para penggagas XML mengadopsi bagian paling penting pada SGML dan dengan berpedoman pada pengembangan HTML menghasilkan markup language yang tidak kalah hebatnya dengan SGML.

Terdapat beberapa aturan pokok dalam XML

1. Awal XML diawali dengan deklarasi sebagai berikut

```
<?xml version="1.0"?>
```

Memiliki elemen *root* utama yang didalamnya mengandung elemen-elemen yang lain

```
<elemen>
...sub elemen...
</elemen>
```

2. Tag harus dalam 1 kalang, tidak boleh berpotongan
3. Nama elemen harus diawali dengan huruf, kemudian dapat di ikuti oleh huruf/angka, yang dapat juga dikombinasikan dengan “\_” (*underscore*) atau “-” (*minus*)
4. XML bersifat *case sensitive*

Struktur XML dapat dilihat sebagai berikut

1. Menggunakan atribut untuk menampung data

```
<?xml version="1.0"?>
<root-elemen>
  <sub-elemen      atribut1="data1"
  atribut2="data2"  .... />
  <sub-elemen      atribut1="data3"
  atribut2="data4"  .... />
  ....
</root-elemen>
```

2. Menggunakan elemen untuk menampung data

```
<?xml version="1.0"?>
<root-elemen>
  <sub-elemen><atribut1>"data"
  </atribut1>
  <atribut2>      "data"</atribut2>      ....
</sub-elemen>
  <sub-elemen><atribut1>"data"
  </atribut1>
  <atribut2>      "data"</atribut2>
  ....</sub-elemen>
  ....
</root-elemen>
```

3. Menggunakan kombinasi atribut dan elemen

```
<?xml version="1.0"?>
<root-elemen>
  <sub-elemen atribut1="data"> <atribut2>
  "data" </atribut1>
  <atribut3> "data"</atribut3> .... </sub-
  elemen>
  <sub-elemen atribut1="data"> <atribut2>
  "data" </atribut1>
  <atribut3> "data"</atribut3> ....
  </sub-elemen>
  ....
</root-elemen>
```

dengan sub-elemen dapat memiliki sub-sub elemen dan seterusnya.

#### BASIS DATA RELASIONAL

Basis Data relasional menggunakan tabel dua dimensi yang terdiri atas baris dan kolom untuk memberi gambaran sebuah berkas data. Kedua tabel dikatakan berkaitan jika nilai suatu kolom atau sekumpulan kolom sama dengan nilai kolom/sekumpulan kolom dari tabel yang lain.

Basis data relasional memiliki keuntungan dalam bentuk atau struktur sederhana dan mudah dalam akses atau pengolahan data,

Aturan dalam integritas relasional

1. *Null*, bilai nilai suatu atribut yang tidak diketahui dan tidak cocok untuk baris (tuple) tersebut
2. *Entity Integrity*, yakni tidak ada satu komponen *primary key* yang bernilai null.
3. *Referential Integrity*, yakni bila suatu domain dapat dipakai sebagai kunci primer bila merupakan atribut tunggal pada domain yang bersangkutan.

#### PHP

PHP (akronim dari PHP Hypertext Preprocessor) yang merupakan bahasa pemrograman berbasis web yang memiliki kemampuan untuk memproses data dinamis.

PHP dikatakan sebagai sebuah server-side embedded script language artinya sintaks-sintaks dan perintah yang kita berikan akan sepenuhnya dijalankan oleh server tetapi disertakan pada halaman HTML biasa. Aplikasi-aplikasi yang dibangun oleh PHP pada umumnya akan memberikan hasil pada web browser, tetapi prosesnya secara keseluruhan dijalankan di server.

Pada prinsipnya server akan bekerja apabila ada permintaan dari client. Dalam hal ini client menggunakan kode-kode PHP untuk mengirimkan permintaan ke server (dapat dilihat pada gambar dibawah).

Ketika menggunakan PHP sebagai server-side embedded script language maka server akan melakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Membaca permintaan dari client/browser
2. Mencari halaman/page di server
3. Melakukan instruksi yang diberikan oleh PHP untuk melakukan modifikasi pada halaman/page.
4. Mengirim kembali halaman tersebut kepada client melalui internet atau intranet.

Sampai saat PHP masih paling banyak digunakan dalam web programming<sup>1</sup> karena beberapa keunggulan sebagai berikut : PHP dapat dijalankan pada platform yang berbeda-beda (Windows, Linux, Unix, dan lain sebagainya), merupakan *web scripting open source*, mudah dipelajari, dan tersedia paket *bundling* (P dan web server, web datyabase) yang mudah diinstal.

Kode PHP disimpan sebagai plain text dalam format ASCII, sehingga kode PHP dapat ditulis hampir di semua editor text seperti windows notepad, windows wordpad, dll. Kode PHP adalah kode yang disertakan di sebuah halaman HTML dan kode tersebut dijalankan oleh server sebelum dikirim ke browser yang disimpan sebagai *plain text* dalam format ASCII.

Dengan demikian kode PHP dapat ditulis hampir di semua editor teks seperti Notepad, Wordpad, dan lain-lain. Kode PHP adalah kode yang disertakan di sebuah halaman HTML dan kode tersebut dijalankan oleh server sebelum dikirim ke browser.

Contoh file PHP (contoh.php):

```
<html>
<?php
echo "Contoh text yang menggunakan kode
PHP" ;
?>
</html>
```

---

<sup>1</sup> www.tiobe.com

Pada file .html, HTTP server hanya melewati content dari file menuju ke browser. Server tidak mencoba untuk mengerti atau memproses file, karena itu adalah tugas sebuah browser.

Pada file dengan ekstensi .php akan ditangani secara berbeda. Yang memiliki kode PHP akan diperiksa. Web server akan memulai bekerja apabila berada diluar lingkungan kode HTML. Oleh karena itu server akan melewati semua content yang berisi kode HTML, CSS, JavaScript, simple text di browser tanpa diinterpretasikan di server.

Blok scripting PHP selalu diawali dengan `<?php` dan diakhiri dengan `?>`. Blok scripting PHP dapat ditempatkan dimana saja di dalam dokumen. Pada beberapa server yang mendukung, blok scripting PHP dapat diawali dengan `<?` dan diakhiri dengan `?>`. Namun, untuk kompatibilitas maksimum, sebaiknya menggunakan bentuk yang standar (`<?php ?>`).

Setiap baris kode PHP harus diakhiri dengan semikolon (;). Semikolon ini merupakan separator yang digunakan untuk membedakan satu instruksi dengan instruksi lainnya.

PHP menggunakan `//` untuk membuat komentar baris tunggal atau `/*` dan `*/` untuk membuat suatu blok komentar. Variabel digunakan untuk menyimpan suatu nilai, seperti text, angka atau array. Ketika sebuah variabel dibuat, variabel tersebut dapat dipakai berulang-ulang.

Pada PHP semua variabel harus dimulai dengan karakter '\$'. Variabel PHP tidak perlu dideklarasikan dan ditetapkan jenis datanya sebelum kita menggunakan variabel tersebut. Hal itu berarti pula bahwa tipe data dari variabel dapat berubah sesuai dengan perubahan konteks yang dilakukan oleh user. Secara tipikal, variabel PHP cukup diinisialisasikan dengan memberikan nilai kepada variabel tersebut.

Contoh berikut akan mencetak "PHP" :

```
<?php
$text = "PHP";
echo "$text";
?>
```

Identifier dalam PHP adalah *case-sensitive*, sehingga \$text dengan \$Text merupakan variabel yang berbeda. Built-in function dan structure tidak case-sensitive, sehingga echo dengan ECHO akan mengerjakan perintah yang sama. Identifier dapat berupa sejumlah huruf, digit/angka, underscore, atau tanda dollar tetapi identifier tidak dapat dimulai dengan digit/angka.

Hal-hal lain , seperti penulisan persamaan, dan berbagai perintah dasar (keputusan, perulangan)

seperti pada dekstop programming yang berinduk ke C/C++

## JavaScript

JavaScript (JS) adalah sebuah bahasa *script* yang dicantumkan pada sebuah halaman web dan dijalankan pada browser web. Secara umum JS berguna agar halaman web lebih dinamis, interaktif, dan mempercepat akses halaman karena JS bersifat *client-site* yang bermakna JS dijalankan di sisi klien.

JS sebenarnya merupakan pengembangan kemampuan dari HTML karena keterbatasan dari HTML itu sendiri, sehingga JS ditulis bersama-sama dengan HTML dengan diawali dengan tag `<script ....> </script>`.

Penulisan JS dalam HTML adalah sebagai berikut.

```
<html>
<head>
<script language="javascript">
....script JS...
</script>
</head>
<body>
....script HTML...
<script language="javascript">
....script JS...
</script>
....script HTML...
</body>
</html>
```

Dengan demikian script JS dapat ditulis di dalam HTML dimana saja, akan tetapi untuk mempermudah identifikasi script biasanya diletakkan di antara tag `<head>...</head>`

Sintaksis perintah dasar hampir setara dengan PHP baik untuk persamaan, keputusan, ataupun pengulangan, akan tetapi untuk variabel tidak diberi tanda \$. Deklarasi variabel cukup diberi tanda **var variabel**, dan tidak memerlukan tipe variabel seperti pada PHP.

Beberapa perintah JS yang khas antara lain menampilkan teks, menampilkan kotak pesan, dan perintah-perintah khusus baik untuk mengakses *resources* komputer, ataupun *library* khusus yang dibuat dengan JS untuk berbagai keperluan.

Untuk dapat menjalankan fungsi-fungsi JS dapat digunakan HTML Document Object Model (DOM), dimana dapat mengakses dan memanfaatkan *property* dan *event* dari elemen-elemen HTML.

## Teknologi AJAX

Istilah AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) dalam pengembangan web menjadi populer pada beberapa tahun belakangan ini. AJAX ini sendiri bukan merupakan bahasa pemrograman baru, AJAX hanya merupakan sebuah pemanfaatan object XMLHttpRequest dengan javascript untuk berkomunikasi dengan server secara Asynchronous, dengan pemanfaatan object XMLHttpRequest ini kita dapat membuat proses berjalan secara background atau bekerja dibelakang layar sementara user dapat tetap berinteraksi dengan halaman web yang ada. Pemanfaatan teknik Asynchronous ini jugalah yang telah mendorong pengembangan web menjadi lebih kaya atau banyak yang menulisnya dengan istilah pengembangan Rich Internet Application (RIA) atau WEB 2.0.

Pada artikel ini akan dibahas tentang pemanfaatan teknik komunikasi kepada server secara Asynchronous dengan menggunakan object XMLHttpRequest yang dibuat dengan Javascript dan membaca struktur XML data dengan memanfaatkan DOM (Document Object Model).

Berdasarkan akronim AJAX, pertama kali memang hanya diperuntukkan untuk akses dokumen XML, tetapi pada perkembangannya dapat digunakan untuk akses format data data lain untuk dikomunikasikan secara Asynchronous dengan server seperti *plain text*, SWF data (Flash file).

Terdapat 2 cara akses ke data yakni dengan synchronous dan asynchronous.

### 1. Synchronous

Saat user berinteraksi dengan sebuah halaman web terdapat banyak pilihan link yang dapat ditemukan, dan saat *link* tersebut di klik maka halaman web tersebut akan melakukan

komunikasi dengan server melalui internet untuk meminta proses ke server (send Request). Selama server melakukan proses, user akan menunggu hasil proses tersebut. Setelah server selesai melakukan proses yang diminta maka server akan mengembalikan hasil

proses yang akan ditampilkan pada *client webbrowser*.

Dalam proses synchronous ini user melakukan permintaan proses (request process) ke server dan menunggu hingga server mengembalikan hasil proses yang di minta, umumnya hasil

proses dari server merupakan sebuah halaman web baru yang ditampilkan pada webbrowser user.

Pemanfaatan Asynchronous dengan Javascript ini dalam pengembangan web ini lebih dikenal dengan istilah WEB 2.0. Dengan proses Asynchronous kita dapat membuat sebuah aplikasi web lebih kaya atau banyak yang menulis dengan istilah *Rich internet application (RIA)*, kita dapat membiarkan user untuk tetap berinteraksi dengan halaman web yang ada selama proses request dilakukan dan selama server belum mengembalikan hasil proses yang diminta. Dan saat hasil proses telah selesai kita hanya perlu mengupdate data halaman web yang telah ada, berikut gambaran dari proses kerja

## 2. Asynchronous.

Pada asynchronous User berinteraksi dengan link - link yang ada untuk meminta proses ke server, proses yang diminta akan dikirimkan secara background ke server, selama server belum mengembalikan data hasil proses, user dapat tetap bekerja dengan halaman web yang ada sebelumnya. Setelah server selesai melakukan proses, hasil proses tersebut akan dikirimkan kembali kepada web browser, saat data yang dikirimkan server telah diterima oleh web browser user maka data tersebut ditampilkan pada halaman web yang telah ada sebelumnya.

Disini terlihat semua proses komunikasi dengan server dilakukan secara background ataumungkin bisa dikatakan semua proses dilakukan dibalik layar.

Untuk dapat mengembangkan aplikasi web dengan tehnik AJAX perlu mengkombinasikan beberapa hal berikut:

1. Javascript untuk membuat object XMLHttpRequest yang kita gunakan untuk berkomunikasi dengan server secara "dibelakang layar".
2. DOM (Document Object Model), hasil proses yang diterima akan kita tampilkan dengan memanipulasi object DOM yang telah kita persiapkan sebelumnya untuk menampilkan data hasil proses yang diberikan server.
3. XML (eXtensible Markup Language) format data yang dikembalikan oleh server, data XML ini siap dibaca dan ditampilkan untuk meng-*update* idi pada halaman web. Secara sederhana dapat memanfaatkan beberapa kombinasi diatas untuk membuat aplikasi web dengan teknik AJAX ini.

Kelebihan utama AJAX sendiri terletak pada pemanfaatan class object XMLHttpRequest untuk berkomunikasi dengan Web Server secara background dalam melakukan request. Saat ini terdapat banyak aplikasi web browser, akan tetapi masing - masing browser mempunyai standar dan cara berbeda untuk membuat object XMLHttpRequest ini .

Untuk dapat berjalan dengan baik pada semua browser kita perlu menyiapkan beberapa kondisi untuk mendeteksi web browser yang digunakan oleh user, dan kemudian membuat *object XMLHttpRequest* tersebut sesuai web browser yang digunakan.

Beberapa script yang sering di AJAX adalah

- a. `window.XMLHttpRequest`, digunakan untuk mengidentifikasi *browser* non Internet Explorer (Misal : FireFox, Google Chrome, Safari, dan lain sebagainya)
- b. `XMLHttpRequest()`, membuat obyek bila browser non Interet Explorer (IE)
- c. `window.ActiveXObject`, digunakan untuk mengidentifikasi *browser* Internet Explorer.
- d. `ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP")`, membuat obyek bila browser Internet Explorer (IE)
- e. `open("GET", sumber_data, true)`, menjalankan script untuk akses data baik dari *plain text*, *XML*, ataupun format lain.
- f. `Onreadystatechange`, mengetagui kesiapan sistem untuk akses datanya
- g. `status==200`, bila koneksi ke sistem data OK.
- h. `readyState==4`, bila semua data telah diakses secara lengkap

## 2.2 Perancangan

### 2.2.1 Algoritma baca database dengan PHP dan MySql dan transformasi ke format XML

Algoritma dibawah ini disusun dengan asumsi database dan tabel sudah tercipta dengan sturktur sebagai berikut

Database : nama\_database

*nama\_tabel*(field\_1,field\_2,...,field\_n)

1. Mulai
2. Koneksi ke MySQL Server
3. Koneksi ke database
4. Jalankan Query Selection untuk mengambil record
5. Transformasi hasil query ke *array*
6. Transformasi hasil query ke variabel PHP

```
$var_1 ← field_1;
$var_2 ← field_2;
...
$var_n ← field_n;
```

## 7. Transformasikan var PHP ke XML

### a. Bila menggunakan atribut

```
<elemen-utama>
  <sub-elemen atribut_1← var_1
    atribut_2← var_2 .....>
  .....
</elemen-utama>
```

### b. Bila menggunakan elemen

```
<elemen-utama>
  <sub-elemen>
    <sub-sub-elemen1>←
    var_1 </sub-sub-elemen1>
    <sub-sub-elemen2>← var_2 </sub-sub-
    elemen2>
    .....
  </elemen-utama>
```

## 8. Simpan ke file .XML (algoritma tersendiri dipaparkan di bawah )

## 9. Selesai

### 2.2.3 Algoritma membentuk elemen/atribut dan menyimpan berkas XML

#### 1. Membuat obyek DOMDocument

```
$dok=new DOMDocument('1.0');
```

#### 2. Deklarasikan obyek document dengan output=true

```
$dok->formatOutput=true
```

#### 3. Ciptakan root elemen

```
$akar=$dok->createElement('sub-
elemen');
```

#### 4. Menciptakan elemen (node) baru

```
$dok->appendChild($akar);
```

#### 5. Menciptakan sub elemen

```
$dok->createElement('sub-elemen');
```

#### 6. Menciptakan node untuk sub-elemen

```
$akar->appendChild($sub-elemen);
```

#### 7. Menciptakan atribut dan nilai

Bila menggunakan atribut :

```
$sub-elemen=$dok-
>createTextNode(atribut1)
$atribut1->value = $var_1;
$sub-elemen=$dok-
>createTextNode(atribut2)
$atribut2->value = $var_2;
.....
```

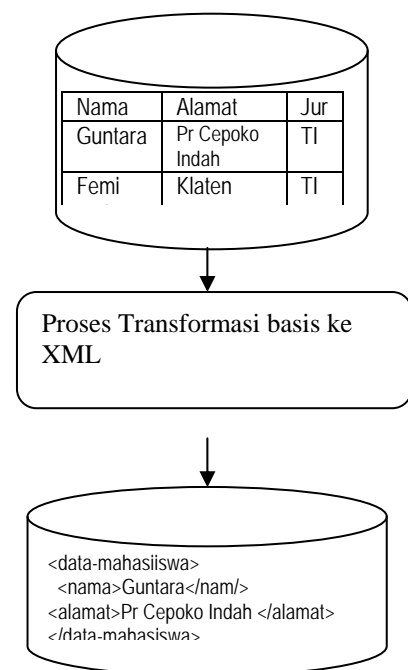
Bila menggunakan elemen:

```
$sub-elemen=
>createElement('atribut1',$var_1);
$akar->appendChild($sub-sub-elemen1);
$sub-elemen=
>createElement('atribut1',$var_1);
$akar->appendChild($sub-sub-elemen1);
.....
}
$dok->appendChild($akar);
```

## 8. Simpan ke file .xml

```
$dok->save("nama_berkas.xml");
```

### 2.3 Diagram Alir Data Transformasi basisdata ke XML



Gambar 1. Diagram Alir data Proses Transformasi database ke XML

### 3. Implementasi dan Hasil

Pada implementasi algoritma ini digunakan basis data sampel sederhana terdiri atas 2 tabel yang ber releasi dengan data bersifat logis. Pemanfaatan XML ini sangat luas sehingga dengan basis data sampel dan sederhana ini diasumsikan sudah dapat mewakilinya khusus nya untuk XML yang relatif sederhana.

### 3.1.1 Struktur Basis data

Basis data : db\_mahasiswa

Tabel : mahasiswa (\*nomhs, nama, kodejurusan)

			nomhs	nama	kodejur
<input type="checkbox"/>			2001	Sinta Mayasari	1
<input type="checkbox"/>			2002	Santi Suanturi	2
<input type="checkbox"/>			2013	urip sugeng raharjo	2
<input type="checkbox"/>			2012	Suharto	1
<input type="checkbox"/>			2010	RAhayuningtyas	1

Tabel : jurusan(\*kodejurusan,namajurusan)

			kodejur	namajur
<input type="checkbox"/>			1	Teknik Informatika
<input type="checkbox"/>			2	Sistem Informasi

### 3.1.2 Script Transformasi basis data ke berkas XML

#### 1. Script untuk XML mode atribut

```
<?php
mysql_connect("localhost","root","root");
;
mysql_select_db(db_mahasiswa);

$x=mysql_query("select m.nomhs as mno,m.nama as mna,j.namajur as jna from mahasiswa m inner join jurusan j on m.kodejur=j.kodejur");
$dok= new DOMDocument('1.0', "UTF-8");
$akar=$dok->createElement('daftar-mahasiswa');
$dok->appendChild($akar);

while($y=mysql_fetch_array($x))
{
$nomhs=$y[mno];$nama=$y[mna];$jurus=$y[jna];
$elemen= $dok->createElement('mahasiswa');// deklarasi elemn
$akar->appendChild($elemen);
//<=====tambahkan elemen

$atribut1= $dok->createElement('nomhs');//buat atribut1
$atribut1->value = $nomhs;//buat isi atribut
$elemen->appendChild($atribut1);//<=====tambahkan atribut

$atribut2= $dok->createElement('nama');//buat atribut 1
$atribut2->value = $nama;//buat isi atribut
```

```
$elemen->appendChild($atribut2);//<=====tambahkan atribut

$atribut3= $dok->createElement('jurusan');//buat atribut 3
$atribut3->value = $jurus;//buat isi atribut
$elemen->appendChild($atribut3);//<=====tambahkan atribut
}
$dok->appendChild($akar);
echo 'Jumlah ukuran: ' . $dok->save("mhs_atribut.xml") . ' bytes';//rekam ke xml dan tampilkan ukuran
?>
```

#### 2. Script untuk XML mode elemen

```
<?php
mysql_connect("localhost","root","root");
;
mysql_select_db(db_mahasiswa);
$x=mysql_query("select m.nomhs as mno,m.nama as mna,j.namajur as jna from mahasiswa m inner join jurusan j on m.kodejur=j.kodejur");
$dok= new DOMDocument('1.0', "UTF-8");
$akar=$dok->createElement('daftar-mahasiswa');
$dok->appendChild($akar);
while($y=mysql_fetch_array($x))
{
$nomhs=$y[mno];$nama=$y[mna];$jurus=$y[jna];
$elemen= $dok->createElement('mahasiswa');
$akar->appendChild($elemen);

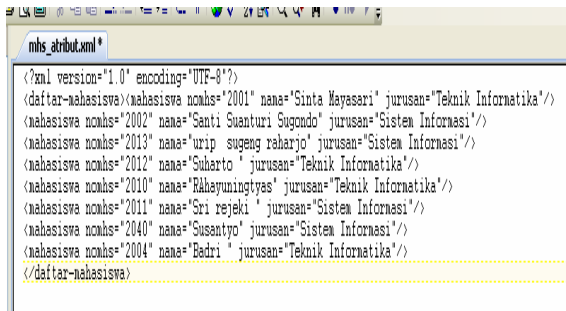
$sub_elemen1= $dok->createElement('nomhs');
$elemen->appendChild($sub_elemen1);

$sub_elemen2= $dok->createElement('nama');
$elemen->appendChild($sub_elemen2);

$sub_elemen3= $dok->createElement('jurusan');
$elemen->appendChild($sub_elemen3);
}
$dok->appendChild($akar);//menutup tag root
echo 'Jumlah ukuran: ' . $dok->save("mhs_elemen.xml") . ' bytes';//rekam ke xml dan tampilkan ukuran
include "baca_xml_elemen.php";
?>
```

### 3.1.3 Hasil

Hasil aplikasi ini berupa file **mhs\_atribut.xml**, bila dibaca dengan *text editor* (pada hasil ini menggunakan TextPad) seperti Gambar 3.1. Untuk XML mode atribut



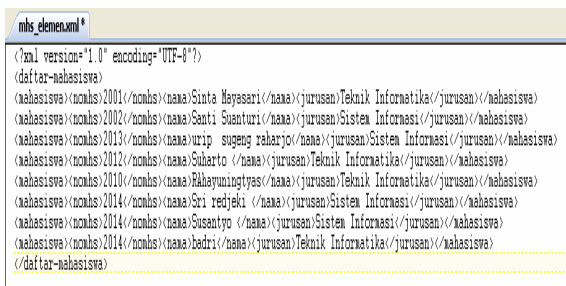
```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<daftar-mahasiswa>
  <mahasiswa nomhs="2001" nama="Sinta Mayasari" jurusan="Teknik Informatika"/>
  <mahasiswa nomhs="2002" nama="Santi Suanturi Sugondo" jurusan="Sistem Informasi"/>
  <mahasiswa nomhs="2013" nama="urip sugeng raharjo" jurusan="Sistem Informasi"/>
  <mahasiswa nomhs="2012" nama="Suharto" jurusan="Teknik Informatika"/>
  <mahasiswa nomhs="2010" nama="Rahayuningtyas" jurusan="Teknik Informatika"/>
  <mahasiswa nomhs="2011" nama="Sri rejeki" jurusan="Sistem Informasi"/>
  <mahasiswa nomhs="2040" nama="Susantyo" jurusan="Sistem Informasi"/>
  <mahasiswa nomhs="2004" nama="Badri" jurusan="Teknik Informatika"/>
</daftar-mahasiswa>

```

**Gambar 3.1. Bentuk XML Atribut hasil transformasi dari dsatabase**

Sedangkan hasil untuk XML mode elemen seperti pada Gambar 3.2



```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<daftar-mahasiswa>
  <mahasiswa>
    <nomhs>2001</nomhs>
    <nama>Sinta Mayasari</nama>
    <jurusan>Teknik Informatika</jurusan>
  </mahasiswa>
  <mahasiswa>
    <nomhs>2002</nomhs>
    <nama>Santi Suanturi</nama>
    <jurusan>Sistem Informasi</jurusan>
  </mahasiswa>
  <mahasiswa>
    <nomhs>2013</nomhs>
    <nama>urip sugeng raharjo</nama>
    <jurusan>Sistem Informasi</jurusan>
  </mahasiswa>
  <mahasiswa>
    <nomhs>2012</nomhs>
    <nama>Suharto</nama>
    <jurusan>Teknik Informatika</jurusan>
  </mahasiswa>
  <mahasiswa>
    <nomhs>2010</nomhs>
    <nama>Rahayuningtyas</nama>
    <jurusan>Teknik Informatika</jurusan>
  </mahasiswa>
  <mahasiswa>
    <nomhs>2014</nomhs>
    <nama>Sri rejeki</nama>
    <jurusan>Sistem Informasi</jurusan>
  </mahasiswa>
  <mahasiswa>
    <nomhs>2014</nomhs>
    <nama>Susantyo</nama>
    <jurusan>Sistem Informasi</jurusan>
  </mahasiswa>
  <mahasiswa>
    <nomhs>2014</nomhs>
    <nama>Badri</nama>
    <jurusan>Teknik Informatika</jurusan>
  </mahasiswa>
</daftar-mahasiswa>

```

**Gambar 3.2. Bentuk XML mode elemen hasil transformasi dari dsatabase**

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan bab-bab terdahulu dapat disimpulkan

1. Algoritma dan aplikasi yang disusun, telah menghasilkan berkas dengan format XML sesuai yang diharapkan.
2. Algoritma transformasi basis data ke XML tergantung dari model XML nya, apakah menggunakan atribut sebagai penampung data, atau menggunakan elemen, atau kombinasi keduanya.

3. XML hanya cocok untuk tabel/database yang relatif statis atau jarang berubah, karena untuk database yang sering berubah maka setiap perubahan harus dilakukan transformasi ulang yang dampaknya kinerja sistem akan membebani kinerja sistem.

## Daftar Pustaka

- [1] Abdul Kadir.2009. *Mastering AJAX dan PHP*, Andi Offset
- [2] Curioso, Andrew. Baffled, Ronald. Galbraith, Patrick. 2010. *Expert PHP and MySQL*.Wiley Publishing Inc.
- [3] Dubois,Paul.2005. *MySQL.SAMs* Publishing 3<sup>rd</sup> Edition.
- [4] Joseph Fong, Herbert Shiu, Yin Fei Yeung.2010., *Concurrent Data Materialization For XML-Enabled Database With Semantic Metadata*, International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering Vol. 20, No. 3 (2010) 377–422, World Scientific Publishing Company
- [5] \_\_\_\_\_.10 Agustus 2011. *Pengantar XML*. <http://ilmukomputer.org/2008/11/25/pengantar-xml/>
- [6] \_\_\_\_\_.10 Agustus 2011. *Teknologi AJAX*. <http://ilmukomputer.org/2008/11/25/pengantar-xml/>
- [7] \_\_\_\_\_.2 Agustus 2011.*XML*. [www.w3c.org](http://www.w3c.org)
- [8] \_\_\_\_\_.2 Agustus 2011..*XML*. [www.w3schools.com](http://www.w3schools.com)
- [9] \_\_\_\_\_.2 Agustus 2011.*XML*. [www.php.net](http://www.php.net)

## [CV Penulis]

**Mohammad Guntara** , menyelesaikan studi S1 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada pada tahun 1988, dan S2 bidang Sistem Komputer dan Informatika pada Jurusan Telekomunikasi Pascasarjana Universitas Gadjah Mada tahun 1998.

# PARSING DATA MYSQL KE FILE XML UNTUK PENCARIAN DATA

Thomas Edyson Tarigan,<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Jurusan Teknik Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta  
Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta  
081568433388  
E-mail : tarigan@akakom.ac.id*

## Abstrak

Datasebagai sumber untuk menghasilkan informasi yang bermanfaat bagi user, dengan format data yang sudah baku untuk proses pengembangan sistem informasi akan menimbulkan masalah. Dengan melakukan parsing data ke dalam bentuk file XML maka data tersebut akan memiliki nilai tambah dalam pemanfaatannya untuk menghasilkan informasi.

Model iterative testing digunakan sebagai model untuk pengembangan file XML, pencarian data adalah salah satu kasus yang digunakan untuk memanfaatkan hasil parsing dari format Mysql ke format XML, dengan dilakukannya parsing ini maka pengembangan informasi multiplatform akan dapat ditangani dengan lebih baik.

Proses yang dilakukan adalah membuat penyimpanan data pada sebuah database Mysql kemudian data yang berada pada database tersebut di parsing ke format file XML, dalam proses parsing yang dibutuhkan class *DOMDocument* berfungsi sebagai sebuah API (*Application Program Interface*) untuk dokumen HTML dan XML. DOM menyediakan representasi dokumen secara terstruktur, dimungkinkan untuk merubah isidan presentasi visual. Pada dasarnya, DOM menghubungkan halaman web dengan script atau bahasa pemrograman.

Keyword : *Parsing, XML, Iterative Testing, DOM Document,*

## 1. Pendahuluan

Peningkatan secara kuantitatif dan kualitatif pengguna komputer sejalan dengan waktu maka secara angka statistik pertumbuhannya semakin meningkat, peningkatan ini juga diimbangi dengan meningkatnya teknologi dalam penggunaan software dan hardware. Khususnya perkembangan aplikasi yang berhubungan dengan website, mengingat semua lapisan masyarakat saat ini semakin mudah mendapatkan informasi pada dunia maya, maka peningkatan pengguna website terus mengalami peningkatan yang signifikan.

Seiring dengan peningkatan penggunaan website yang bertujuan dalam mencari informasi pada database, maka salah satu cara yang memungkinkan untuk diimplementasikan adalah dengan melakukan parsing data yang berada pada database berbasis Mysql ke dalam bentuk XML.

*parsing* adalah suatu cara memecah-mecah suatu rangkaian masukan (misalnya

dari berkas atau *keyboard*) yang akan menghasilkan suatu pohon uraian (*parse tree*) yang akan digunakan pada tahap kompilasi berikutnya yaitu analisis semantik.

Permasalahan yang menjadi pokok bahasan adalah bagaimana cara memecah – mecah suatu rangkain inputan dan akan menghasilkan *tree* dengan format data XML. Hasil dari *tree* dengan metode *iterative testing* dapat diolah untuk menghasilkan informasi, salah satunya dapat digunakan untuk melakukan pencarian informasi yang berasal dari *tree* tersebut.

Untuk itu dibutuhkan suatu input yang mampu menyimpan data tersebut kedalam suatu database, data yang berasal dari database tersebut diparsing ke dalam bentuk *tree*. Data yang awalnya tersimpan dalam database berbasis mysql sudah diubah dalam format XML.

Pada penelitian Iacob *et al* [2004] membahas arsitektur XML parser untuk XML paralel. Parser ini menggunakan struktur data GODDAG dengan



menempatkan DOM *Tree* tradisional untuk menyimpan markup secara paralel pada isi dokumen dan memanfaatkan DOM API sebagai alat yang memungkinkan bagi *software developers* bersamaan dengan dokumen XML untuk digunakan, bukan parsing setiap komponen individu dengan tradisional DOM XML parser. Penelitiannya ini juga menggambarkan arsitektur dari parser, struktur data dan algoritma yang digunakan dan seperti DOM API.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan proses parsing data dari format Mysql ke dalam format XML sehingga data yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk *multiplatform*. Dengan memanfaatkan model *iterative testing* maka akan memberikan keleluasaan dalam menghasilkan informasi yang dibutuhkan pengguna sistem.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 XML

XML adalah sebuah versi penyederhanaan dari *Standard Generalized Markup Language* (SGML), sebuah sistem untuk mengatur dan menandai elemen-elemen dari sebuah dokumen. SGML dikembangkan dan distandarisasi oleh *International Organization for Standards* (ISO) pada tahun 1986. SGML masih digunakan secara luas di dalam industri penerbitan, namun karena ukurannya yang besar dan kerumitannya, SGML menjadi kurang ideal untuk penggunaan secara luas di era Internet. Untuk memecahkan masalah-masalah ini, *World-Wide Web Consortium* (W3C) membuat XML sebagai sebuah *subset* dari SGML. Walaupun kini XML mempunyai fitur-fitur yang tidak didukung SGML, sehingga XML tidak lagi merupakan sebuah subset.

Seperti dijelaskan oleh Marchal[1] dalam bukunya, XML awalnya dirancang sebagai HTML yang lebih baik. Sejalan dengan perkembangan popularitasnya, kegunaan XML sekarang menjadi lebih luas ketimbang tujuan awalnya. Nampak bahwa XML telah menjadi sebuah standar untuk pertukaran data, di mana penggunaannya tidak hanya untuk halaman *web* saja, namun juga untuk data yang lain. Melalui berbagai inisiatif seperti *BizTalk*, *RosettaNET* dan *ebXML* yang bertujuan untuk memajukan penggunaan XML, memungkinkan perniagaan elektronis dan melakukan penggabungan aplikasi – serta standar seperti *Simple Object Access Protocol* (SOAP)[2] yang merupakan protokol untuk pertukaran informasi di sebuah lingkungan terdesentralisir dan terdistributif. Perkembangan XML telah melampaui kegunaan

awalnya. Pada saat standar integrasi dan pertukaran data telah gagal, atau setidaknya tidak dapat mencapai potensinya secara penuh, XML akan sangat mungkin menjadi sukses.

Ciri kunci dari XML adalah sifat keterbukaannya. Seperti yang ditulis dalam *Oxford Dictionary of Computing*[3], *open system* didefinisikan sebagai berikut: “Any system in which the components conform to non-proprietary standards rather than to the standards of specific supplier of hardware or software”. Karena standar XML serta berbagai standar pendukungnya didefinisikan oleh sebuah konsorsium (W3C), maka XML memenuhi kriteria *open system*.

#### A. Konsep XML Secara Luas

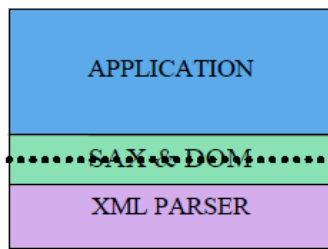
Walaupun sebuah keberadaan dokumen XML hanya dapat menampung teks yang diberi *markup* dengan berbagai *tag* seperti telah dibahas sebelumnya, sebuah dokumen XML juga dapat mengandung hal-hal lain. Nyatanya ada tiga kesatuan yang dapat diuraikan oleh sebuah aplikasi XML[4]:

- *XML Document* Mengandung data dokumen, dietikatkan dengan unsur-unsur XML yang mempunyai arti, beberapa di antaranya dapat mengandung perlengkapan.
- *Document Type Definition* (DTD) Menentukan aturan-aturan bagaimana unsur-unsur dan perlengkapan perlengkapan, dan penempatan data lainnya dari sebuah dokumen yang tunduk pada standar XML.
- *Stylesheet* Memerintahkan bagaimana sebuah dokumen sebaiknya dibentuk ketika mereka ditampilkan.

Berbagai *stylesheet* yang berbeda dapat diterapkan pada dokumen yang sama, sehingga mengubah penampilannya tanpa mempengaruhi data yang mendasarinya. Maka dari itu, DTD menentukan informasi apa saja yang dapat disimpan di dalam sebuah berkas XML dan *stylesheet* mengubah bentuk satu dokumen XML menjadi bentuk yang lain. DTD dan *stylesheet* ditetapkan di dalam standarnya masing-masing, yang akan ditinjau pada dua bagian berikut ini.

#### B. Pengurai XML (XML Parser)

Walaupun struktur dokumen XML termasuk sederhana, pembuatan program untuk menguraikan dokumen-dokumen XML tidak dapat dikatakan suatu tugas yang sederhana. Oleh karena itu muncul suatu jenis perangkat lunak yang disebut Pengurai XML (*XML Parsers*).



Gambar 1 Arsitektur Pengurai XML Secara Umum

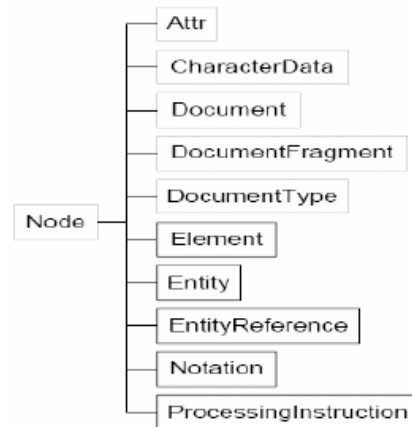
Sebuah pengurai XML umumnya berbentuk pustaka (*software library*) tingkat menengah yang memberikan layanan-layanan bagi aplikasi pada tingkat yang lebih tinggi untuk membaca serta mengambil data yang terletak di dalam dokumen XML. Pengurai-pengurai XML ini menetapkan API tertentu untuk berinteraksi dengan program aplikasi yang menggunakannya. API ini mendefinisikan *data model* dari sebuah dokumen XML kepada aplikasi yang menggunakan pengurai tersebut.

Terdapat dua standar API untuk kegunaan ini: *Simple API for XML* (SAX) dan *Document Object Model* (DOM). SAX tercipta awalnya melalui proses informal yang terjadi di *mailing list* XML-DEV kemudian diterbitkan oleh David Megginson di <http://www.megginson.com/SAX>[5]. Sedangkan DOM ditetapkan oleh W3C – sebuah badan formal yang mengawasi dan memberikan acuan-acuan untuk perkembangan *world-wide web*. Karena menggunakan paradigma yang berbeda, kedua API ini tidak menjadi saingan satu sama lain, melainkan saling melengkapi. Tidak jarang pustaka-pustaka pengurai XML memberikan kedua pilihan API bagi program-program aplikasi.

### C. Simple API for XML (SAX)

Pustaka pengurai XML menggunakan fungsi-fungsi ataupun antarmuka *callback* untuk memanggil aplikasi pada saat dokumen XML diuraikan. Pusat kendali terletak pada pustaka pengurai ketimbang program aplikasi. Penggunaan SAX lebih cocok pada aplikasi-aplikasi yang menggunakan XML sebagai representasi data eksternal dan menggunakan struktur datanya sendiri yang dapat berbeda jauh dari struktur dokumen-dokumen XML yang digunakannya. Sejalan dengan penguraian XML, fungsi-fungsi *callback* yang dipanggil pengurai XML mengisi struktur data aplikasi berdasarkan parameter-parameter yang diberikan.

Karena pengurai XML tidak perlu menyimpan data pada saat dokumen diuraikan, aplikasi-aplikasi yang menggunakan SAX cenderung memerlukan lebih sedikit *memory* untuk memproses dokumen XML. Selain itu, sifat penguraian SAX



Gambar 2 Hirarki Tipe Dalam DOM

Dalam DOM, dokumen XML memiliki tipe *Document*. Elemen-elemen di dalam dokumen tersebut umumnya bertipe *Element*. Berbagai atribut yang dimiliki oleh elemen diwakili oleh obyek-obyek bertipe *Attr*. Data tekstual seperti komentar dan elemen yang berisi teks diwakili oleh *CharacterData*. Sedangkan ada beberapa tipe khusus lainnya seperti *Entity*, *EntityReference*, *Notation*, dan *ProcessingInstruction*. Kesemua tipe ini merupakan turunan dari tipe *Node*. Elemen terluar atau *root node* dari suatu dokumen bukanlah juga merupakan dokumen itu sendiri. Sebuah keberadaan dari *Document* memiliki paling banyak satu keberadaan dari *Node* yang menjadi *root node*. Sedangkan *Document* yang tidak mempunyai *root node* dikatakan dokumen kosong (*blank document*).

W3C mendefinisikan API DOM dalam bentuk *Interface Definition Language* (IDL) – sebuah standar yang digunakan oleh *Object Management Group* (OMG) untuk mendefinisikan antarmuka berorientasi obyek untuk komponen-komponen perangkat lunak namun tidak bergantung pada suatu bahasa pemrograman tertentu. Didefinisikannya DOM

dalam IDL memungkinkan penerapan XML Parser untuk berbagai bahasa pemrograman – terdapat XML parser untuk C++, Java, SmallTalk, Ada, bahkan COBOL.

## 2.2 Database

Pengertian sistem *database* menurut Peter Rob dan Carlos Coronel[6] adalah: “A database is a shared, integrated computer structure that houses the collection of end user data, that is, raw facts of interest to the end user, metadata, or data about data, through which the data are integrated”.

Menurut Kok Yung, basis data dapat diartikan sebagai kumpulan data yang terdiri atas

satu atau lebih tabel yang terintegrasi satu sama lain, dimana setiap pemakai diberi wewenang untuk dapat mengakses (mengubah, menghapus, menganalisis, menambah, memperbaiki) data dalam tabel-tabel tersebut.

DBMS adalah perangkat lunak komputer yang digunakan untuk menciptakan, mengakses, mengontrol, dan mengatur basis data. DBMS dapat dibentuk dari komponen-komponen:

- a. Data yang disimpan dalam basis data, mencakup data numerik dan non-numerik yang terdiri dari karakter, waktu (tanggal dan jam), logika, dan data lain yang lebih kompleks seperti gambar dan suara.
- b. Operasi standar yang disediakan oleh hampir semua DBMS, yang melengkapi pengguna dengan kemampuan dasar untuk memanipulasi basis data.
- c. *Data Definition Language* (DDL) merupakan bahasa yang digunakan untuk mendeskripsikan isi dan struktur basis data. DDL dapat digunakan untuk mendeskripsikan nama-nama atribut, tipe data, serta lokasi di dalam basis data.
- d. *Data Manipulation Language* (DML) atau bahasa *query* ini membentuk perintah-perintah untuk masukan, keluaran, *editing*, analisis basis data. DML yang telah distandarisasikan disebut *Structured Query Language* (SQL).
- e. Bahasa pemrograman (*programming tools*). Di samping perintah-perintah dan *queries*, basis data juga harus dapat diakses secara langsung oleh program-program aplikasi melalui *function calls* (atau *subroutine calls*) yang dimiliki oleh bahasa-bahasa pemrograman konvensional.
- f. Struktur *file*. Setiap DBMS memiliki struktur internal yang digunakan untuk mengorganisasikan data walaupun beberapa model data yang umum telah digunakan oleh sebagian besar DBMS.

### 2.3 Metode Iterative Testing

Iteratif desain adalah metodologi desain berdasarkan proses siklus prototyping, menguji, menganalisa, dan memperbaiki pekerjaan yang sedang berjalan. Dalam desain iteratif, interaksi dengan sistem yang dirancang digunakan sebagai bentuk penelitian untuk menginformasikan dan berkembang proyek, sebagai versi yang berurutan, atau iterasi dari desain diimplementasikan.[8]

Pengembangan dengan iterative merupakan sebuah pendekatan pada pengembangan software yang lebih memusatkan gagasan pengembangan dalam bentuk siklus, dari pada melakukan semuanya secara sekaligus. Metode ini tidak sesuai pada semua

jenis software namun dapat sangat bermanfaat dan sangat menguntungkan pada pengaturan tertentu. Merupakan hal yang penting untuk dipahami, bahwa pengembangan iterative bukanlah merupakan sebuah pengembangan yang tidak terencana atau spontan. Faktanya, proses pengembangan software terstrukturisasi dengan baik.

Pada pengembangan iterative, memulainya dengan tahapan perencanaan project, kemudian bergerak pada tahapan pengembangan lainnya dan pada akhirnya merilis produk.

Sejalan dengan rilis produk, terdapat hasil yang diperoleh dari pengujian produk (*product testing*) dan pengujian pada pengguna (*user testing*). Hasil tersebut akan digabungkan dengan rilis selanjutnya. Dimana rilis software pada pengembangan *iterative* dapat berupa rilis software di tahapan awal pengembangan, bukan rilis produk pada publik.[7]

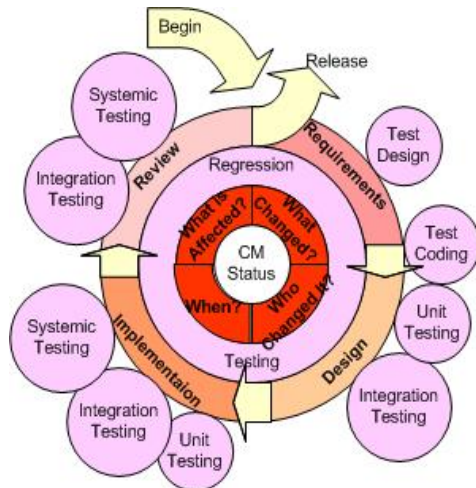
Pengujian merupakan teknik yang digunakan untuk memvalidasi proses, harus didistribusikan dan dilakukan pada setiap tahap dari siklus pengembangan perangkat lunak.

Sistem pengembangan dan desain uji harus dilakukan secara bersamaan. uji desain harus disertakan disetiap tahapan siklus hidup, dan pengukuran harus terjadi pada setiap akhir fase.

Pengembangan proyek dimulai dengan menspesifikasikan dan mengimplementasikan arsitektur / prototype dari perangkat lunak yang telah dirancang sebelumnya.

Komponen perangkat lunak diciptakan dari kebutuhan bisnis yang diidentifikasi, dan kemudian mengidentifikasi persyaratan lebih lanjut. Proses ini kemudian diulang, sampai menghasilkan rancangan terbaik dari perangkat lunak untuk setiap siklus dari model.

Pada iterative model pengujian yang dilakukan dengan langkah sebagai berikut :[8]



Gambar 3 Dasar Model Iterative Testing

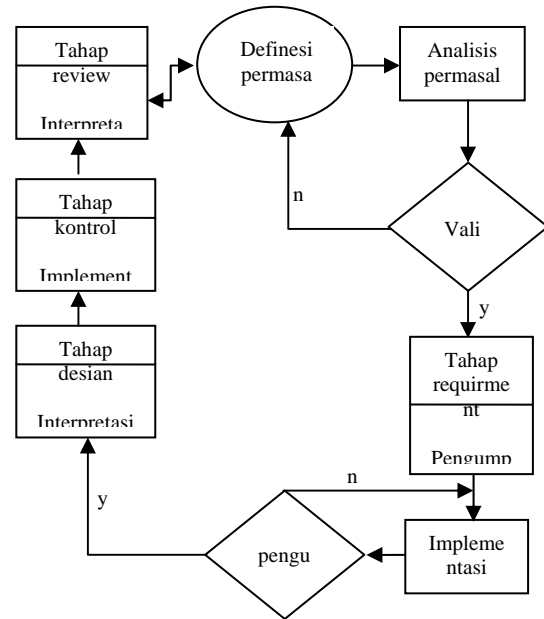
Empat proses dasar dari model iteratif adalah:

- Tahap requirement, kebutuhan untuk perangkat lunak dikumpulkan dan dianalisis. Iterasi akhirnya harus menghasilkan spesifikasi yang lengkap.
- Tahap desain, arsitektur perangkat lunak memenuhi persyaratan yang dirancang, dalam hal ini dapat berupa desain baru, atau perbaikan dari desain sebelumnya.
- Tahap implementasi, ketika software ini telah selesai pada phase coding, telah terintegrasi dan telah diuji.
- Tahap review, perangkat lunak dievaluasi, requirement di review, perubahan dan penambahan requirement pada tahap ini dapat dilakukan.

### 3. Hasil

#### Rancangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode *iterative testing* untuk perancangan sistem pada tahap requirement untuk kasus parsing database ke dalam format xml dengan pencarian data karyawan dapat digambarkan seperti berikut,



Gambar 4 Skema Analisis Sistem

Dalam penenerapan *model iterative testing* tahap yang pertama adalah tahap *requirement* yaitu proses pengumpulan informasi dan analisis informasi mengenai data – data karyawan yang nantinya akan dirancang database-nya. Hasil dari analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi permintaan organisasi terhadap sistem yang akan dirancang.

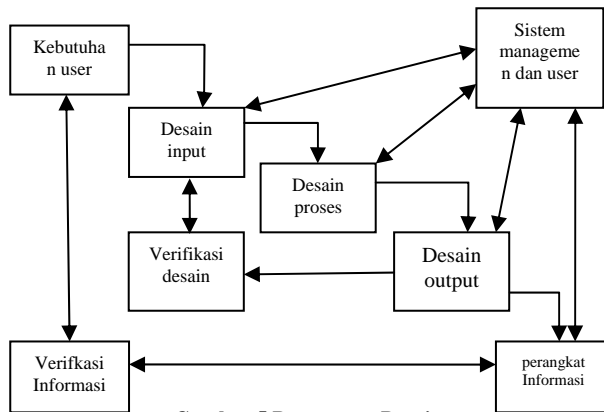
Untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan tersebut, maka diperlukan langkah *fact finding*, yang bertujuan untuk mencari informasi dan fakta mengenai karyawan untuk itu dibutuhkan suatu penelitian yang bertujuan untuk memahami situasi. Misalnya data apa saja yang diinginkan serta penggunaan sistem nantinya. Pada tahap *fact finding* cara yang dilakukan dengan melihat data yang ada dilaporkan tentang informasi karyawan, wawancara langsung dengan karyawan bersangkutan. Dalam proses *fact finding* ini langsung melibatkan pengguna sistem, tujuannya agar tidak terjadi bias dalam memahami situasi yang ada.

Dari tahap *fact finding* akan menghasilkan *requirement specification document*. Adapun dokumen yang dihasilkan adalah dokumen yang berisi data dan informasi yang dibutuhkan oleh sistem saat ini. Misalnya data yang disimpan pada tiap karyawan adalah id karyawan, nama lengkap, jenis kelamin, alamat, tanggal lahir dan nomer telpon.

Selanjutnya dilakukan proses mengidentifikasi kebutuhan sistem yang akan didukung oleh database untuk melakukan proses transaksi yaitu, entry data, update atau delete dan query data.

## Rancangan Desain

Rancangan desain dimulai dari kebutuhan user sesuai dengan permasalahan yang sudah didefinisikan. Rancangan yang dimulai dari rancangan input, proses dan output, adapun rancangannya seperti dibawah ini,



Gambar 5 Rancangan Desain

Sesuai dengan model *iterative testing* setiap tahapan dalam proses perancangan selalu melibatkan user/pengguna sistem dan manajemen sehingga dalam proses implementasi sistem akan cenderung mengalami perubahan desain yang terus berkembang untuk penyempurnaan sistem nantinya.

## Implementasi

Pengisian data ke dalam database Mysql dilakukan dengan mengisi data dari form. Adapun hasil dari pengisian data ke dalam tabel Mysql adalah seperti dibawah ini,

NIP	NAMA	ALAMAT	NO. TELPON	JABATAN	Aksi
110	Andi Setiawan	J. Sumbada 427	081534232353	Manager Produk	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
111	Elita Tukaryen	J. Mangha 34	08125367754	Administrasi Umum	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
112	Joko Sismanto	J. Mangkubumi 225	08225434111	Sales	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
113	Andi Kurnia	J. Depok 32 Sieman	08145433999	Manager Pemasaran	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
114	Panda	J. Sumatera 1234	08234564999	Office Boy	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
115	Budi Susanti	J. Raya Janti 23	08999999999	Director	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
116	Stanec	J. Beringin 111	08186888888	Teknisi	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
117	Agus Aca	J. Facebook 5567	9999999	admin	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
118	Willy	J. Sempati 124	08122333234	HRD	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
119	Willy	J. Duri 23	081112222	Manager Area	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
120	Susanto WJaniro	J. Selatan Raya 6789	081223332444	Kasman Kantor	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
121	xxxxxxxx	yyyyyyyy	8888888	00000000000000	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>
123	scwastfj	NJKRANfghd	3475756709	bm_m_rhgh	<a href="#">Add</a>   <a href="#">Edit</a>   <a href="#">Delete</a>

Gambar 6 Pengisian Data ke Database Mysql

Proses ini dilakukan oleh admin, pada halaman form ini admin dapat melakukan proses CRUD.

## Proses Parsing ke Format XML

Proses parsing dilakukan dengan melakukan koneksi ke database dan nama table yang digunakan di Mysql kemudian mengambil data yang ada pada database Mysql kemudian data tersebut hasilnya

disimpan dalam sebuah array, selanjutnya data array di konversi dalam format XML.

Untuk itu dibutuhkan class *DOMDocument* berfungsi sebagai sebuah API (*Application Program Interface*) untuk dokumen HTML dan XML. DOM menyediakan representasi dokumen secara terstruktur, dimungkinkan untuk merubah isidan presentasi visual. Pada dasarnya, DOM menghubungkan halaman web dengan script atau bahasa pemrograman. Untuk membentuk elemen baru pada data XML, dimana pegawai sebagai root dari data file XML, sedangkan *\$dom->appendChild(\$pegawai)*; yang membentuk elemen baru sebagai child dari file XML tersebut. Selanjutnya membuat text baru pada node XML yang datanya diambil dari \$q, setelah itu melakukan penambahan sebuah node diakhir objek yang telah ditentukan.

Setelah proses konversi ke dalam format XML dilakukan maka dilakukan proses penyimpanan data dalam format XML. Adapun proses tersebut dilakukan dengan skrip seperti dibawah ini,

```

mysql_connect('localhost','root','root');
mysql_select_db('db_karyawan');
$sql = "Select * from `tbl_karyawan`";
$q = mysql_query($sql) or die(mysql_error());

$dom = new DOMDocument();

$pegawai = $dom->createElement('pegawai');
$dom->appendChild($pegawai);

while($r = mysql_fetch_array($q)){

    $nip = $dom->createElement('nip');
    $nipText = $dom->createTextNode($r['nip']);
    $nip->appendChild($nipText);

    $nama = $dom->createElement('nama');
    $namaText = $dom->createTextNode($r['nama']);
    $nama->appendChild($namaText);

    $alamat = $dom->createElement('alamat');
    $alamatText = $dom->createTextNode($r['alamat']);
    $alamat->appendChild($alamatText);

    $no_hp = $dom->createElement('no_hp');
    $no_hpText = $dom->createTextNode($r['no_hp']);
    $no_hp->appendChild($no_hpText);

    $jabatan = $dom->createElement('jabatan');
    $jabatanText = $dom->createTextNode($r['jabatan']);
    $jabatan->appendChild($jabatanText);

    $tbl_karyawan = $dom->createElement('tbl_karyawan');
    $tbl_karyawan->appendChild($nip);
    $tbl_karyawan->appendChild($nama);
    $tbl_karyawan->appendChild($alamat);
    $tbl_karyawan->appendChild($no_hp);
    $tbl_karyawan->appendChild($jabatan);

    $pegawai->appendChild($tbl_karyawan);
}

$xmlString = $dom->saveXML();
echo $xmlString;
?>

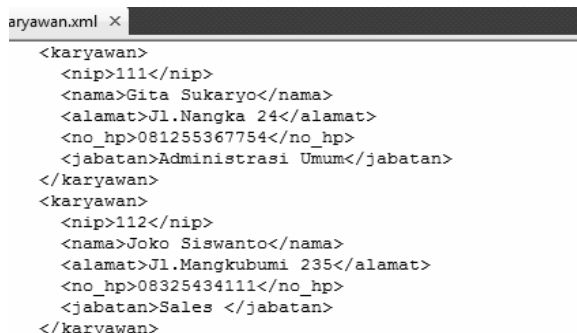
```

Gambar 7 Skrip Proses Ubah ke Array

Setelah proses penyimpanan dapat dilakukan maka data dalam bentuk format XML seharusnya sudah dalam bentuk struktur XML, adapun struktur XML tersebut seperti dibawah ini,

```
<root>
<child>
<subchild>.....</subchild>
</child>
</root>
```

Adapun hasil dari proses parsing Mysql ke dalam format XML tersebut seperti dibawah ini,

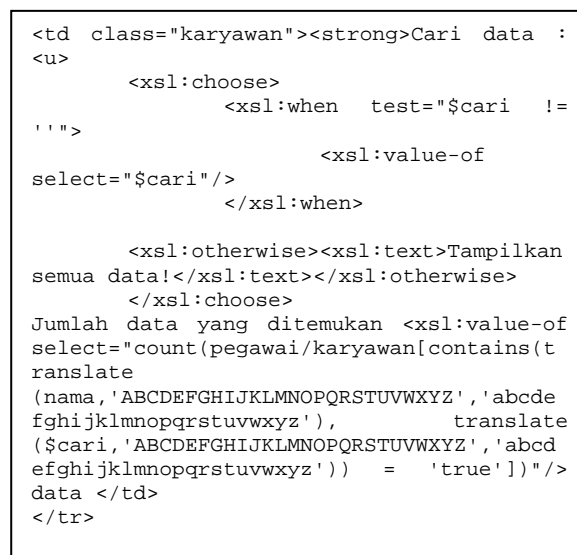


```
aryawan.xml X
<karyawan>
  <nip>111</nip>
  <nama>Gita Sukaryo</nama>
  <alamat>Jl.Nangka 24</alamat>
  <no_hp>081255367754</no_hp>
  <jabatan>Administarsi Umum</jabatan>
</karyawan>
<karyawan>
  <nip>112</nip>
  <nama>Joko Siswanto</nama>
  <alamat>Jl.Mangkubumi 235</alamat>
  <no_hp>08325434111</no_hp>
  <jabatan>Sales </jabatan>
</karyawan>
```

Gambar 8 Hasil Parsing Mysql ke Format XML

Dalam penelitian ini salah satu kasus untuk memanfaatkan data format XML tersebut adalah melakukan proses pencarian data pada database yang berbasis XML. Dimana data awal berasal dari data yang tersimpan dalam format database Mysql.

Adapun proses untuk melakukan pencarian data dari format data XML adalah seperti dibawah ini,



```
<td class="karyawan"><strong>Cari data :
<u>
  <xsl:choose>
    <xsl:when test="$cari !=
    ''">
      <xsl:value-of
select="$cari"/>
    </xsl:when>

    <xsl:otherwise><xsl:text>Tampilkan
semua data!</xsl:text></xsl:otherwise>
  </xsl:choose>
  Jumlah data yang ditemukan <xsl:value-of
select="count(pegawai/karyawan[contains(t
ranslate
(nama,'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ','abcde
fghijklmnopqrstuvwxyz'),'
translate
($cari,'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ','abcd
efghijklmnopqrstuvwxyz') = 'true'])">
data </td>
</tr>
```

Gambar 9 Skrip pencarian data dari format XML

Skrip diatas merupakan proses untuk menampilkan kembali data yang dicari sesuai dengan

inputan yang telah diinputkan oleh user, untuk menampilkan data yang diinputkan tersebut dari file XML maka yang dilakukan adalah memformat data XML dengan menggunakan XSL (*eXtensible Stylesheet Language*), untuk memformat kode XML maka harus dibuat terlebih dahulu suatu stylesheet XSL. XML digunakan untuk mendefinisikan apa arti dari data dan bukan bagaimana data ditampilkan maka XML. Hasil Keluaran XSL bisa berupa HTML, Text file atau XML dengan format yang baru.

Dengan mengubah format database ke dalam bentuk format XML maka database menjadi lebih bersifat dinamis, artinya data tersebut dapat digunakan oleh bermacam – macam *tools* yang mendukung format XML. Bahkan data tersebut dapat dikembangkan ke basisdata dalam bentuk multiplatform.

Dengan menggunakan metode *iterative testing* pengembangan sistem yang bersifat jangka panjang yang memerlukan adaptasi cepat dan pengembangan terhadap perubahan sistem dapat dilakukan selama *tools* yang digunakan masih mendukung untuk penggunaan XML.

Untuk keberhasilan menggunakan model *iterative testing* pada pengujian sistem ini adalah mengutamakan keberhasilan sistem sebagai prioritas utama dengan menghasilkan produk yang bersifat berkelanjutan sesuai dengan perubahan yang diinginkan user, tidak adanya batasan waktu dalam penyelesaian sistem, adanya kerjasama yang terus menerus antara pengembang dengan pemilik sistem, arsitektur kebutuhan dan desain yang bagus muncul dari kebutuhan yang ada dilapangan sehingga membutuhkan evaluasi dan mencari cara untuk lebih efektif untuk menyelesaikan kasus.

## Kesimpulan

1. Lebih kecil kemungkinan untuk terjadi bug dalam sistem yg dirancang, ini disebabkan proses pengujian dilakukan pada setiap level tahapan dan tidak hanya melibatkan kelompok kerja, juga melibatkan kelompok yang tidak terkait langsung dengan proses pengembangan sistem. Sehingga komunikasi yang baik terjadi antara pengembang sistem dan pengguna sistem.
2. Pengembang sistem dapat bekerja lebih baik dalam menentukan kebutuhan pengguna sistem karena pengguna sistem berperan aktif dalam pengembangan sistem sehingga pengembang sistem mengetahui apa yang diharapkan pengguna sistem.

Sebaliknya kelemahannya adalah :

1. Proyek mungkin tidak akan pernah selesai karena akan lebih sering fokus pada perubahan prototipe, akibatnya dokumentasi, sistem backup dan recovery, sistem performance dan security akan lebih terlupakan sehingga berdampak terhadap pemeliharaan sistem menjadi lebih sulit.
2. Pengembang sistem kadang membuat implementasi yang sembarangan.

## Daftar Pustaka

Marchal, Benoit, *XML By Example*. Indianapolis, Que. 1999.  
World-Wide Web Consortium.. *Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1*.  
<http://www.w3c.org/>, 2000.  
*Oxford Dictionary of Computing* England, Oxford University Press, 1990.

Eckstein, Robert, *XML Pocket Reference*. California, O'Reilly, 1999.

<http://www.megginson.com/SAX> ,Marc 1999.

Coronel, Rob, *Database System: Design, implementation and Management, 4<sup>th</sup> Edition*. Cambridge, Thomson Learning, 2000.

<http://www.snyders.us/qa-iterative.htm>

B. Campbell, Dr. G. Ray "Managing Iterative Testing in an Agile Development Project" Version 1.3 April 9, 2002.

## [CV Penulis]

Thomas E. Tarigan, menyelesaikan studi S1 bidang Teknik Informatika pada Universitas Kristen Duta Wacana. Pada tahun 2005 sampai saat ini merupakan staff edukatif di STMIK Akakom Yogyakarta.

# ANALISA DAN PERANCANGAN ELECTRONIC CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT UNTUK MENDUKUNG STRATEGI BISNIS DI SOLONET INTERNET SERVICE PROVIDER

Widyo Ari Utomo, widyoari@gmail.com

*Hardware Manager Division di P.T. Solo Jala Buana (SoloNet),  
Pengajar di STMIK AUB-Surakarta,  
Mahasiswa di Program Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,  
2013*

## Abstrak

Iklim persaingan antar perusahaan jasa layanan internet saat ini semakin kuat dan semakin tergantung pada mekanisme perusahaan dalam memberikan layanan purna jual atas jasa yang diberikan serta bagaimana perusahaan dapat membuka hubungan langsung dengan pelanggannya. Kemudian perusahaan berusaha membangun suatu cara yang dapat menjaga loyalitas pelanggannya. Pendekatan strategis yang digunakan untuk memecahkan permasalahan ini adalah melalui CRM (*Customer Relationship Management*). CRM (*Customer Relationship Management*) sebagai salah satu strategi bisnis masa kini digunakan untuk memperkuat posisi perusahaan di mata para pelanggan dan kompetitornya.

Untuk meningkatkan kemampuan terhadap pengelolaan CRM dilakukan banyak upaya sistematis termasuk pemberdayaan teknologi informasi dalam pembangunan dan pengembangan sistem CRM di perusahaan. Teknologi informasi memiliki kontribusi yang sangat besar yaitu untuk mengorganisir dan mengelola sistem CRM serta data dengan lebih efektif dan efisien yang kemudian sering disebut sebagai e-CRM.

SoloNet sebagai *Internet Service Provider* juga memiliki permasalahan dalam hubungan dengan pelanggan dan pengelolaan informasi atas aktifitas CRM untuk menjaga langkah strategis perusahaan yang dapat meningkatkan pertumbuhan perusahaan, hal menjadi sebuah ide bagi penulis untuk menganalisa dan merancang sebuah aplikasi e-CRM di perusahaan tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak dan Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak e-CRM di SoloNet Internet Service Provider yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pembangunan e-CRM di SoloNet. Seluruh kegiatan dan hasil dari penelitian ini mengacu pada sistem dan tata laksana CRM yang telah ada di SoloNet yang dilaksanakan secara manual, dengan menambahkan beberapa fitur guna meningkatkan layanan kepada pelanggan. Salah satu keluaran sistem e-CRM ini adalah *Customer Centric Intelligent* yang dapat member masukan kepada pengambil keputusan untuk menentukan strategi yang tepat dalam menghadapi persaingan bisnis.

Kata kunci : CRM, e-CRM, Strategi, Teknologi Informasi, SoloNet Internet Service Provider.

## A. Latar Belakang

Dalam bisnis jasa layanan internet saat ini terjadi persaingan yang sangat kompetitif, dimana setiap perusahaan berlomba-lomba menyajikan berbagai macam strategi untuk mencari, mendapatkan dan menjaga pelanggannya. Hal ini disebabkan karena pelanggan menjadi sebuah obyek perebutan bagi para pelaku bisnis ini. <sup>[7]</sup> Sukses

strategi bisnis yang diterapkan perusahaan sangat terkait dengan mekanisme perusahaan dalam memberikan layanan purna jual atas jasa serta bagaimana perusahaan dapat membuka hubungan langsung dengan pelanggannya. Maka kemudian perusahaan membangun suatu cara yang dapat menjaga loyalitas pelanggannya yang biasa disebut dengan CRM (*Customer Relationship Management*).



CRM dalam perusahaan biasanya dituangkan dalam usaha untuk berkonsentrasi menjaga loyalitas pelanggan dengan mengumpulkan segala bentuk interaksi pelanggan baik itu lewat telepon, email, masukan di situs atau hasil pembicaraan dengan staf sales dan marketing. Harapan dari penerapan CRM ini adalah peningkatan kualitas layanan sehingga mampu membantu meningkatkan keuntungan sebuah perusahaan. Perusahaan yang berhasil menerapkan e-CRM akan menuai hasilnya dalam loyalitas pelanggan dan profitabilitas jangka panjang.<sup>[21]</sup>

SoloNet adalah sebuah perusahaan jasa penyedia akses internet (*Internet Service Provider*) yang lahir di kota Solo pada akhir tahun 1996, SoloNet memberikan layanan di sebagian besar kota di Jawa Tengah dan Jawa Timur, seperti Wonogiri, Batu, Karanganyar, Sragen, Sukoharjo, Boyolali, Gemolong, Magelang, Klaten, Ponorogo, Blora, Pacitan dan sekitarnya. Jumlah pengguna akses internet di SoloNet mencapai 200 user yang memiliki latar belakang yang berbeda-beda, sebagian besar dari pengguna datang dari kalangan bisnis dan sisanya adalah pengguna personal.<sup>[25]</sup>

Penerapan IT dalam CRM dapat meningkatkan kinerja perusahaan dalam hal layanan ke pelanggan.<sup>[4]</sup> Tetapi penerapan CRM (*Customer Relationship Management*) di SoloNet belum memanfaatkan IT secara penuh sebagai perangkat pendukungnya, yang dijalankan saat ini masih sangat bergantung pada kemampuan manajemen mengendalikan personil yang terkait dengan sistem CRM perusahaan. Menurut penulis beberapa indikasi yang menghambat proses CRM di SoloNet adalah :

1. Koordinasi yang kurang optimal antar divisi.
2. Dokumentasi yang masih manual dan tidak tertata dengan baik.
3. Pengetahuan tentang produk yang tidak merata.
4. Lokasi pelanggan yang tersebar dengan jarak yang saling berjauhan.

## B. Sekilas tentang CRM dan e-CRM

CRM merupakan strategi bisnis modern yang mulai diterapkan pada sistem perusahaan. Iklim persaingan antar perusahaan telekomunikasi yang saat ini semakin kuat sangat terkait dengan mekanisme perusahaan dalam memberikan layanan purna jual atas jasa yang diberikan serta bagaimana perusahaan dapat membuka hubungan langsung dengan pelanggannya. Perusahaan membangun suatu cara yang dapat menjaga loyalitas pelanggannya dalam jangka panjang sehingga menjadi bisnis yang berkesinambungan.<sup>[6]</sup> Pendekatan tren teknologi yang dapat menyajikan

layanan ini adalah melalui CRM (*Customer Relationship Management*). CRM tidak hanya produk perangkat lunak untuk retensi pelanggan tapi pendekatan bisnis yang sistematis yang menggunakan informasi dan berlangsung dialog untuk membangun, mengembangkan, memelihara dan mengoptimalkan hubungan jangka panjang dan berharga antara pelanggan dan organisasi.<sup>[15]</sup>

Definisi CRM atau *Customer Relationship Management* adalah usaha perusahaan untuk memperoleh dan meningkatkan retensi pelanggan yang menguntungkan bagi perusahaan. CRM dari sudut pandang manajemen informasi adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung proses pengumpulan informasi user dan berinteraksi dengan user yang kemudian informasinya dapat dimasukan, disimpan dan diakses oleh karyawan pada departemen yang berbeda-beda pada sebuah perusahaan.<sup>[7]</sup>

Dalam perusahaan biasanya dituangkan dalam usaha untuk berkonsentrasi menjaga pelanggan dengan mengumpulkan segala bentuk interaksi pelanggan baik itu lewat telepon, email, masukan di situs atau hasil pembicaraan dengan staf sales dan marketing. Harapan dari penerapan CRM ini adalah peningkatan kualitas layanan sehingga mampu membantu meningkatkan keuntungan sebuah perusahaan. Era ini banyak perusahaan berlomba-lomba untuk menerapkan CRM di perusahaan mereka, dengan menyadari bahwa sangat penting membina hubungan perusahaan dengan para pelanggannya, begitu juga yang dilakukan oleh SoloNet internet service provider. Menurut Kalakota dan Robinson (2001), target CRM ada 3 yaitu:

1. Mendapatkan pelanggan baru (*Acquire*), pelanggan baru didapatkan dengan memberikan kemudahan akses informasi, inovasi baru dan pelayanan yang menarik.
2. Meningkatkan hubungan dengan pelanggan yang telah ada (*Enhance*), perusahaan berusaha menjalin hubungan dengan pelanggan melalui pemberian layanan yang baik terhadap pelanggannya (*customer service*). Penerapan *cross-selling* dan *up-selling* pada tahap kedua dapat meningkatkan pendapatan perusahaan dan mengurangi biaya untuk memperoleh pelanggan (*reduce cost*).
3. Mempertahankan pelanggan (*Retain*), tahap ini merupakan usaha mendapatkan loyalitas pelanggan dengan mendengarkan pelanggan dan berusaha memenuhi keinginan pelanggan.



**Gambar 1. Siklus Hidup CRM**

CRM adalah fungsi terintegrasi dari strategi penjualan, pemasaran dan pelayanan yang bertujuan untuk meningkatkan pendapat dari kepuasan pelanggan. Kerangka komponen CRM Ada tiga, yaitu: <sup>[9]</sup>

- a. *Operasional CRM terdiri dari :*
  1. *Customer-Facing Applications*
  2. *Customer-Touching Applications*
- b. *Analytical CRM*
- c. *Collaborative CRM*

Teknologi CRM berevolusi terhadap perubahan lingkungan bisnis, dengan menggunakan perangkat IT. Kemudian di kemukakanlah E-CRM mulai tahun 1990 semenjak merebaknya bisnis internet dan media elektronik untuk menjaga hubungan dengan pelanggan. <sup>[7]</sup>

Customer Relationship Management yang mengintegrasikan strategi, teknologi, dan pemasaran dan proses komunikasi dengan pelanggan semua merupakan titik krusial yang sangat penting untuk sukses perusahaan. <sup>[15]</sup>

E-CRM tidak dapat dipisahkan dari CRM, interaksi alamiah dari kombinasi web dan komunikasi lewat email, masanger dan sms menjadi sebuah kondisi yang ideal dalam membangun hubungan dengan pelanggan, dan database digunakan untuk menyimpan informasi tentang hubungan dan menyajikan informasi untuk pengembangan layanan pribadi. Pendekatan CRM secara online inilah yang kemudian dikenal sebagai e-CRM. Akan tetapi CRM maupun e-CRM tidak hanya sekedar teknologi dan data base, ini bukan hanya proses atau cara melakukan sesuatu, Ini membutuhkan, tindakan nyata, sebuah budaya pelanggan yang lengkap. <sup>[6]</sup>

Banyak penelitian sebelumnya yang mengulas CRM dari sisi manajemen dan teknologinya, sehingga memudahkan penulis dalam membuat aplikasi CRM berbasis WEB. Beberapa referensi yang dipelajari penulis menunjukkan bahwa kajian CRM banyak mengulas teori CRM, strategi CRM dan layanan apa saja yang perlu ada.

Strategi CRM yang sukses harus mencapai keselarasan yang baik antara strategi, teknologi proses, dan manusia. Untuk memastikan koordinasi antara berbagai komponen dari Customer Relationship Management, maka harus memiliki pengetahuan tentang aplikasi dan implikasi dan karena itu, kemudian bagaimana membuat upaya sederhana untuk menyelaraskan hal tersebut. <sup>[15]</sup>

Teknologi Informasi dapat meningkatkan peran CRM dalam perusahaan, sehingga CRM tradisional telah berevolusi menjadi e-CRM. Pada kenyataannya bahwa ekonomi baru telah membawa lebih dari sekedar perubahan teknologi untuk dunia bisnis. Sebuah organisasi dipaksa untuk melakukan perubahan operasional dari CRM menjadi e-CRM, karena dianggap lebih cepat dan biaya operasional yang murah. <sup>[16]</sup>

CRM di terapkan dengan banyak metode, salahsatunya menggunakan teknik data mining. Teknik data mining dapat membantu untuk mencapai tujuan dari CRM dengan mengekstraksi atau mendeteksi karakteristik yang tersembunyi dari pelanggan berikut perilakunya dalam database besar. Setiap teknik data mining dapat melakukan satu atau lebih dari jenis berikut pemodelan data. <sup>[24]</sup>

### C. Hambatan dan Sukses e-CRM

Tidak semua proyek CRM berhasil dengan baik dalam sebuah survei dari Database Group (2006) telah mengungkapkan bahwa sekitar 65% dari lembaga keuangan telah gagal dalam mendapatkan manfaat yang diharapkan dari investasi besar dalam teknologi CRM. <sup>[3]</sup> Sehingga pembangunan CRM harus memiliki suatu kerangka kerja yang konseptual, misalnya rencana pra-implementasi untuk program CRM sistem, untuk lebih memahami konsep CRM dan pengertian dan kesadaran akan sistem program CRM yang akan diciptakan dalam organisasi sehingga akan mengurangi hambatan dalam pembangunan CRM. <sup>[11]</sup> Selain itu juga harus melihat faktor kebutuhan dalam perusahaan. Sehingga “kegunaan” adalah faktor penentu penting dari kinerja e-CRM. Sedangkan kenyamanan tidak signifikan mempengaruhi kinerja e-CRM. <sup>[23]</sup>

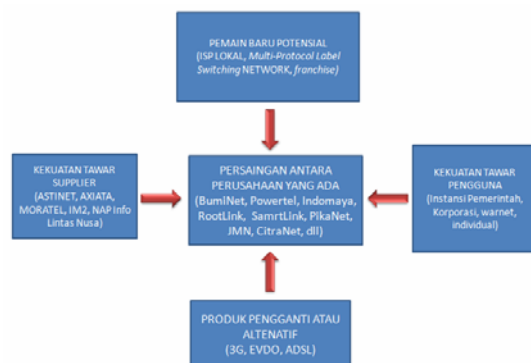
### D. Analisa Model Bisnis CRM di Solonet

Pada gambar 2 ditunjukkan potensi dan ancaman model bisnis SoloNet saat ini, dari ke empat hal yang paling berpotensi menjadi peluang yang harus tetap dipertahankan adalah kekuatan tawar pengguna, dimana jumlah pelanggan akan sangat menentukan pendapatan perusahaan dalam rangka untuk mencukupi kebutuhan perusahaan baik

secara operasional maupun keuntungannya. Sehingga komunikasi harus tetap dijaga antara perusahaan dengan para pelanggan. Sementara potensi nilai tawar supplier malah cenderung menurunkan memaksa perusahaan untuk mengeluarkan biaya lebih dikarenakan sistem harga berjenjang berdasarkan besaran kuota yang dibeli. Oleh karena itu memaksa perusahaan untuk mempertahankan pelanggan dan berupaya segera menumbuhkan jumlah pelanggan secepatnya untuk mendapatkan harga dari supplier yang lebih murah.

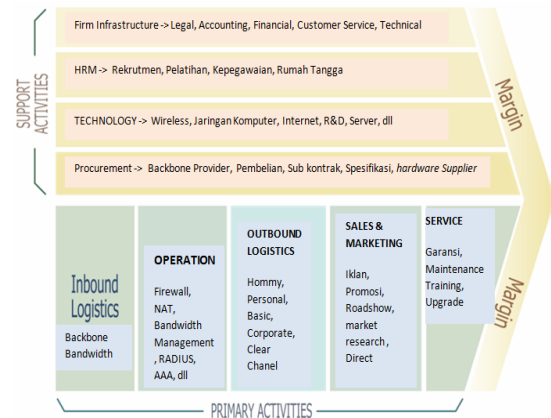
Sementara itu ancaman yang datang dari pemain baru dan produk-produk baru semakin marak. Pada fase inilah kemudian layanan tambahan menjadi titik krusial untuk mendapatkan perhatian dari pelanggan maupun calon pelanggan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa performa sistem dan layanan kepada pelanggan sangat dibutuhkan untuk menjaga pertumbuhan perusahaan. Oleh karena itu kemudian sangat tepat bila pihak pengambil keputusan menerapkan sistem *Customer Relationship Management* di SoloNet untuk menjaga hal tersebut.



Gambar 2. Porter Analisis di SoloNet

Untuk memahami proses bisnis internal perusahaan di SoloNet penulis membuat analisa terhadap model bisnis di SoloNet. SoloNet memiliki rantai nilai internal seperti layaknya perusahaan lain, dan dapat di perlihatkan dalam gambar 3. Rantai nilai adalah model yang digunakan untuk membantu menganalisa aktifitas-aktifitas spesifik bisnis yang terjadi, yang dapat menciptakan nilai dan keunggulan kompetitif bagi organisasi. [7]



Gambar 3. Rantai nilai di SoloNet

Dalam rantai nilai tersebut disebutkan ada beberapa bagian yang menjadi pendukung aktivitas seperti infrastruktur, HRD, teknologi dan pembelian. Dan ada bagian yang menjadi aktivitas pokok dalam perusahaan. Secara berurutan aktivitas primer dikerjakan perusahaan dalam beberapa aktivitas yaitu Inbound Logistic dilakukan perusahaan untuk memasok kebutuhan bandwidth internet, Operation melakukan operasi pengelolaan terhadap bandwidth, Outbound logistics menghasilkan produk berupa badwidth yang siap untuk dikirim ke pengguna, kemudian marketing dan bagian penjualan melakukan pemasaran terhadap produk yang siap dijual dan yang terakhir adalah servis yang melakukan layanan terhadap pengguna akses internet.

Akhir dari rantai nilai dalam proses bisnis SoloNet adalah profit margin, disinilah letak bahwa semua upaya dan konsentrasi perusahaan akan diarahkan ke peningkatan profit margin. Dengan meningkatnya profit perusahaan maka secara alamiah perusahaan tidak akan kesulitan untuk melakukan pengembangan bahkan ekspansi. Sehingga dapat memenuhi visi perusahaan yaitu membawa kesejahteraan terhadap semua *stakeholder* perusahaan.

Upaya tersebut kemudian dirinci menjadi aktifitas-aktifitas produktif yang dapat menunjang rencana strategis perusahaan dan salah satunya adalah kegiatan CRM. Kegiatan ini kemudian digambarkan sebagai proses interaksi perusahaan dengan pelanggan dalam bagan CRM yang dilaksanakan saat ini di SoloNet seperti digambarkan pada Gambar 4. Dimana ada 4 bagian yang langsung berinteraksi dengan pelanggan, yaitu bagian *billing*, *customer service*, dan *sales & marketing*, dan *technical support*.



**Gambar 4. Interaksi perusahaan dengan Pelanggan melalui aktivitas CRM Secara Manual**

Dalam pelaksanaannya CRM di SoloNet dilaksanakan secara manual dengan sistem dan tata laksanaanya dilaksanakan oleh karyawan perusahaan dan diawasi bagian manajemen. Kemudian fase analisis berikutnya dengan membagikan kuesioner yang menajaki tentang kebutuhan transformasi CRM ke e-CRM baik pada level operasional maupun strategis. Maka dari kuesioner tersebut diperoleh hasil seperti pada tabel 1.

Dalam menentukan kebutuhan e-CRM di SoloNet peneliti menggunakan kuesioner untuk menajagi kebutuhan dan fungsionalitas yang diperlukan. Responden yang digunakan adalah 13 orang karyawan di SoloNet yang mewakili divisinya masing-masing. Pertanyaan pada kuesioner dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu :

1. Pertanyaan umum, yang akan menajaki pengetahuan responden dan kebutuhan responden terhadap e-CRM yang hasil nya diunjukkan pada tabel 1.
2. Pertanyaan pada tataran operasional, yang akan menajaki apakah e-CRM dapat membantu meningkatkan kinerja operasional perusahaan yang hasil nya diunjukkan pada tabel 2.
3. Pertanyaan pada tataran strategis, yang akan menajaki seberapa besar harapan responden pada e-CRM pada peningkatan profit perusahaan yang hasil nya diunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 1. Hasil Jawaban Terhadap Golongan Pertanyaan Umum**

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Pemahkan melihat atau mendengar tentang e-CRM ?	9	4
2	Bila CRM di SoloNet dilaksanakan dengan e-CRM apakah akan member dampak terhadap data yang lebih terdata, tertata, terintegrasi dan sistematis?	13	0
3	Perluakah CRM di SoloNet di transformasikan menjadi e-CRM?	13	0

**Tabel 2. Hasil Jawaban Kuesioner Terhadap Pertanyaan pada Tataran Operasional**

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah e-CRM akan dapat mengoptimalkan koordinasi antar divisi ?	9	4
2	Apakah dengan nantinya e-CRM akan dapat memudahkan pekerjaan pada divisi anda?	11	2
3	Apakah Knowledge Management pada e-CRM dapat membantu meningkatkan pengetahuan tentang produk di SoloNet ?	13	0
4	Apakah e-CRM akan dapat lebih memudahkan komunikasi perusahaan dengan pelanggan ?	10	3
5	Apakah e-CRM akan meningkatkan upaya perusahaan dalam mencapai tujuan CRM.	10	3
6	Apakah e-CRM akan meningkatkan kinerja CRM?	10	3

**Tabel 3. Hasil Jawaban Kuesioner Terhadap Pertanyaan pada Tataran Strategis**

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Menurut anda apakah CRM di Solonet dapat mempertahankan jumlah user ?	11	2
2	Menurut anda apakah CRM di SoloNet dapat meningkatkan kebutuhan user ?	11	2
3	Menurut anda apakah CRM di SoloNet dapat meningkatkan jumlah user ?	9	4
4	Menurut anda bila program tersebut terealisasi, bisakah program tersebut meningkatkan kinerja perusahaan ?	13	0
5	Menurut anda bila program tersebut terealisasi, bisakah program tersebut mempertahankan laba perusahaan ?	12	1
6	Menurut anda bila program tersebut terealisasi, bisakah program tersebut meningkatkan laba perusahaan ?	13	0

Kemudian untuk menentukan fungsionalitas apa saja yang diperlukan oleh sistem e-CRM adalah dengan melihat dokumentasi CRM yang sudah ada dan kemudian mencoba untuk merumuskan fungsi-fungsi yang dibutuhkan. Kemudian dari fungsi tersebut dikumpulkan dan susun dalam bentuk kuesioner, dimana responden harus mengisi fungsi-fungsi apa yang dianggap perlu ada di e-CRM di SoloNet. Dan untuk menampung fungsi-fungsi yang belum terakomodasi dalam kuesioner maka diberikan ruang yaitu pada pilihan nomor 4 yaitu “Lainnya” yang hasilnya adalah responder diminta untuk menuliskan usulan fungsi-fungsi lain yang dapat dimasukkan dalam e-CRM, tetapi hasil dari kuesionernya adalah ‘0’ yang artinya bahwa tidak satupun responden mengusulkan fungsi-fungsi tambahan selain yang ada di kuesioner. Sedangkan fungsi yang paling mendapat banyak respon adalah *Knowledge Management*. Hasil dari kegiatan ini kemudian direkap hasilnya pada tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Fungsionalitas e-CRM Pilihan Responden.**

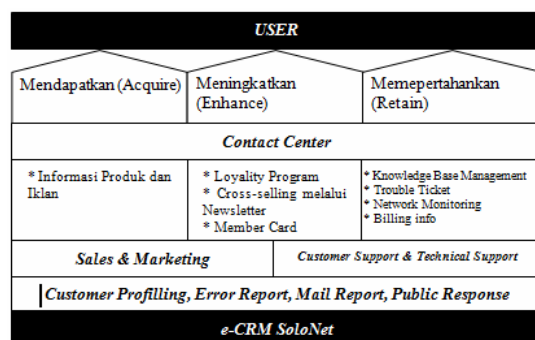
No	Fasilitas	Respon
1	<i>Customer-Facing :</i>	
	- <i>Call Center</i>	4
	- <i>Sales Online</i>	5
2	<i>Customer-touching :</i>	
	- <i>Knowledge Management</i>	11
	- <i>Online Marketing</i> ( Iklan, Promosi dan	10
	- <i>Trouble ticket</i>	10
	- <i>Networking tools</i> (Ping, Traceroute, NSlookUp dan Bandwidth Monitoring )	10
	- <i>Billing Info</i>	10
3	<i>Customer Centric Intelligent</i>	
	- <i>Customer Profiling</i>	3
	- <i>Error Report</i>	4
	- <i>Mail Report</i>	4
	- <i>Most Popular Product</i>	2
4	Lainnya	0

## E. Perancangan e-CRM di SoloNet

Dengan mengenali kebutuhan dalam model bisnis dan proses interaksi CRM SoloNet dengan pelanggan maka berikut adalah fitur-fitur yang akan di sajikan dalam e-CRM SoloNet :

- Customer-Facing :*
  - *Call Center*
  - *Customer Service Online*
  - *Sales Online*
- Customer-touching :*
  - *Knowledge Management*
  - *Online Marketing* (Promosi dan *Cross-selling*)
  - *Form Mail*
  - *Trouble ticket*
  - *Networking tools* (Ping, Traceroute, NSlookUp dan Bandwidth Monitoring)
  - *Billing Info*
  - *Newsletter*
  - *Join Us*
- Customer Centric Intelligent*
  - *Customer Profiling*
  - *Error Report*
  - *Mail Report*
  - *Most Popular Product*

Dengan fitur-fitur tersebut maka secara konseptual dapat digambarkan dengan model arsitektural seperti gambar 5.



**Gambar 5. Model Arsitektural e-CRM di SoloNet.**

Dari Gambar 5 menunjukkan bagaimana E-CRM ini berinteraksi dengan Pelanggan. Bahwa untuk mendapatkan, meningkatkan dan mempertahankan pelanggan harus ditunjang dengan kegiatan-kegiatan yang tepat dan secara sistematis dapat mendukung tujuannya. Tetapi juga ada area dimana semua bagian-bagian yang berhubungan dengan layanan pelanggan dapat secara langsung dapat berkomunikasi dengan pelanggan, sehingga pelanggan tidak merasa sulit untuk menghubungi satu bagian yang dikehendaki, hal ini digambarkan sebagai Contact Center.

Aplikasi ini dirancang berbasis web dan dikoneksikan ke internet agar dapat diakses oleh semua pihak yang berkepentingan dengan mudah. Pada Aplikasi ini memuat 3 (tiga) kebutuhan CRM yaitu *Customer-facing*, *Customer toching* dan *Customer centric intelligent*.

*Customer-facing* digunakan agar pelanggan maupun pengunjung situs dapat berinteraksi dan berkomunikasi dengan perusahaan secara langsung melalui operator yang sudah disiapkan pada situs. Pada fungsi ini situs akan menampilkan media-media yang dapat diakses secara langsung oleh pelanggan maupun pengunjung untuk berinteraksi secara langsung dengan para operator yang telah disiapkan, seperti nomor telpon, messenger dan chat room.

*Customer-touching* digunakan untuk interaksi pelanggan maupun pengunjung situs melalui antar muka sistem yang sudah disiapkan pada aplikasi E-CRM dan direspon oleh aplikasi E-CRM. Diantaranya adalah fungsi *knowledge management* yang dapat memudahkan pengguna untuk mencari informasi seputar troubleshooting dan pengetahuan teknis tentang produk SoloNet dan bila informasi yang dicari tidak ditemukan maka pengguna dapat mengirim pertanyaan ke sistem yang kemudian akan direspon oleh SoloNet, dan jawaban atas permasalahan tersebut akan tersimpan terus dalam database dan terupdate bila ada pertanyaan lebih lanjut. Ada juga Online Marketing dimana fungsi ini digunakan untuk ruang berpromosi pada situs E-CRM sehingga pengunjung dapat melihat produk dan dapat mengetahui produk yang berpotensi mereka beli (*cross selling*). Pada bagian ini juga ada fungsi untuk *trouble ticket* yang berfungsi untuk menerima informasi kerusakan jaringan dari pelanggan dan perusahaan melalui operatornya memberikan umpan balik. Fungsi ini disertai dengan status proses penyelesaian kerusakan. Ada juga *Networking Tools* yang berisi utilitas pada situs yang dapat mengidentifikasi kerusakan jaringan internet, meliputi cek koneksi ke internet, cek DNS, dan memonitor penggunaan bandwidth. Dan yang

terakhir pada bagian *customer-touching* adalah *billing info* yang digunakan untuk informasi tagihan bulanan ke pelanggan.

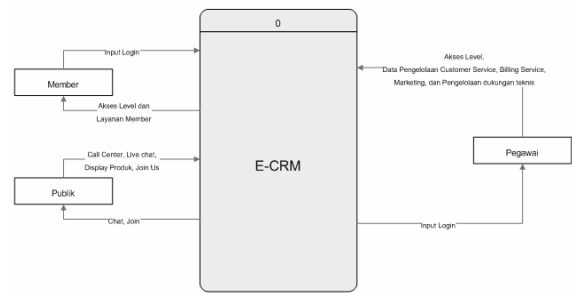
Sedangkan *Customer centric intelligent* digunakan untuk membantu untuk pelaporan dan analisa data yang digunakan perusahaan sebagai dasar pengambilan keputusan. Beberapa fungsi yang ada adalah *customer profiling* yaitu fungsi yang dapat menampilkan profil pelanggan, melalui data dan perilaku pelanggan yang tersimpan dalam database. *Error report* yaitu fungsi yang dapat menampilkan laporan tentang kerusakan jaringan yang di laporkan oleh pelanggan. Dan *Mail report* yang dapat menampilkan semua email yang disampaikan pelanggan dan diklasifikasikan menurut kebutuhan pengirim, berikut respon yang diberikan oleh *customer service*.

Dan pada level pengambil keputusan maka dapat dibentuk banyak laporan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan. *Customer Profilling* dapat digunakan perusahaan untuk mendapatk derajat loyalitas seorang pelanggan, *Error Reporting* dan *Mail Reporting* dapat digunakan sebagai data untuk melakukan tindakan terhadap gejala-gejala yang sedang terjadi, sehingga tindakan tersebut tepat sasaran, dan juga digunakan perusahaan untuk mengukur performansi produk dan pelayanan yang telah dilakukan perusahaan kepada calon pelanggan dan pelanggannya. Sedangkan *Public response* diperoleh dari respon pengguna terhadap produk, dan layanan-layanan lain yang ada di web site seperti *Knowledge Base Management*, dan Informasi Produk. Semua informasi tersebut kemudian dimanfaatkan untuk mendorong perusahaan untuk memiliki kinerja dan performansi yang lebih baik.

Dengan model arsitektural tersebut kemudian dirinci menjadi lebih detail dalam format spesifikasi kebutuhan fungsional, yang kemudian dari hal tersebut dapat dirancang sebuah Data Flow Diagram untuk menjelaskan bagaimana arus informasi ini mengalir dari masing-masing entitas.

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa E-CRM akan melibatkan 3 entitas untuk saling berinteraksi dalam sebuah sistem. Masing-masing entitas tersebut memiliki peran masing-masing. Untuk melihat proses yang lebih dalam maka dapat dilihat pada Lampiran tentang DFD level 1 hingga level 2. Pegawai sebagai entitas yang akan mengoperasikan sistem, mengendalikan informasi yang akan disampaikan kepada Member dan Publik, dan juga bertugas mengupdate informasi. Sedangkan Member adalah pengunjung yang diberikan layanan-layanan secara khusus yang tidak dimiliki oleh Publik. Publik adalah entitas yang bebas

berkunjung hanya saja memiliki layanan yang terbatas pada ruang publik.



Gambar 6. DFD level 0

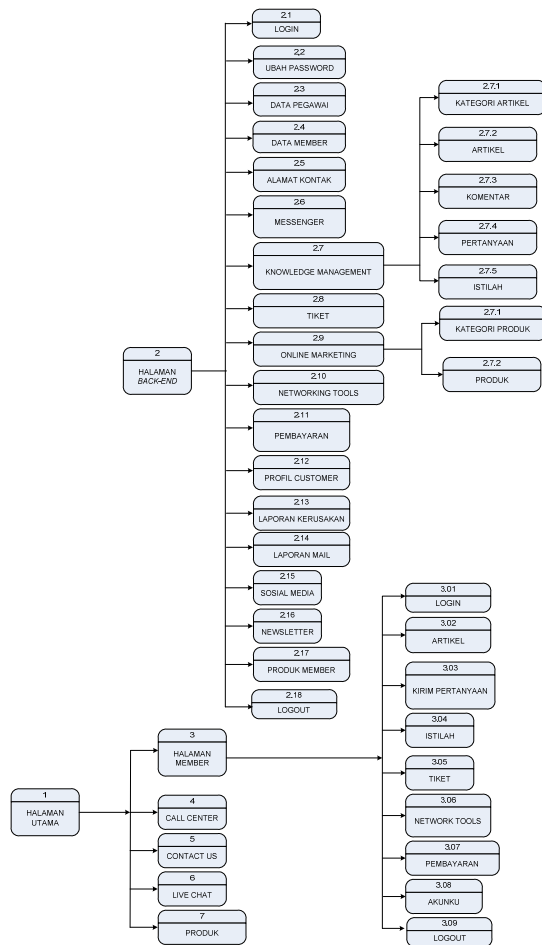
DFD dapat menggambarkan aplikasi dari perspektif bagaimana aliran data akan mengalir dari media penyimpanan ke proses yang akan dikerjakan.

Secara garis besar ada 3 proses yang akan secara langsung berinteraksi dengan entitas yaitu :

1. Proses Layanan Akses Publik  
Proses ini merupakan layanan dalam E-CRM yang digunakan oleh Publik untuk dapat mengakses Data Call Center, Live Chat, Contact Us, Online Marketing dan Join Jejaring Sosial.
2. Proses Layanan Akses Member  
Proses ini digunakan oleh Member untuk dapat mengakses Data Login, Password, Data Pribadi, Data Pesan di Messenger, Data Live Chat, Data Pertanyaan, Data Trouble Ticket, Data penggunaan Network Tools, Dan Data Join Jejaring Sosial. Pada layanan E-CRM.
3. Proses Layanan Back-End  
Sedangkan proses Back-End memungkinkan seluruh pegawai berkolaborasi mengelola informasi sesuai dengan hak aksesnya sehingga dapat disajikan dengan cepat dan tepat kepada Member dan Publik. Fasilitas yang dikelola diantaranya adalah : Data Login, edit password user, Alamat Contact, Messenger, Knowledge Base Management, Trouble Ticket, Produk, Networking tools, Info pembayaran, customer profiling, Error reporting, mail reporting, social media, newsletter.

Sedangkan untuk ERD (*Entity Relationship Diagram*) yang akan menjelaskan keterkaitan dan hubungan antara masing-masing entitas pembentuk aplikasi. Dalam setiap entitas memiliki relasi dan atribut yang telah disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Dari kebutuhan e-CRM SoloNet dapat digambarkan sebuah ERD seperti pada lampiran 5.





**Gambar 7. Arsitektur Antarmuka Web e-CRM Solonet**

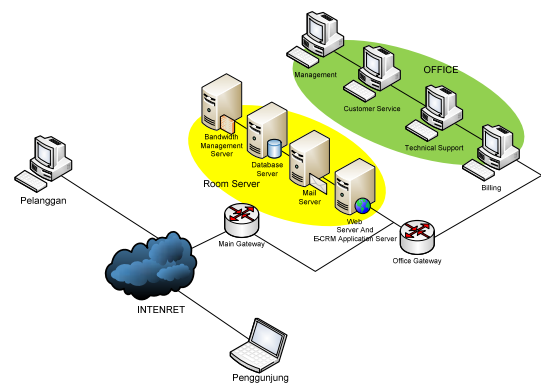
Dalam antarmuka web ini ada 2 sisi yang memiliki tugas yang berbeda yang sering disebut sebagai halaman utama (*front-end*) dan *back-end*. Halaman utama akan digunakan sebagai antarmuka aplikasi yang akan berinteraksi dengan publik dan pelanggan. Dan *back-end* akan digunakan sebagai antarmuka aplikasi yang akan berinteraksi dengan bagian internal perusahaan yang diberi kewenangan untuk mendapat akses menuju aplikasi e-CRM. Arsitektur antar muka tersebut dapat digambarkan secara detail pada gambar 7.

Pada halaman utama disajikan sebuah halaman web yang menyajikan produk-produk dan iklan yang dimiliki oleh SoloNet. Hal ini dimaksudkan untuk memperkenalkan produk-produk dan layanan SoloNet ke semua orang, yang diharapkan mampu untuk menarik pengunjung untuk menggunakan produk SoloNet. Kemudian pada halaman ini juga digunakan sebagai pintu masuk bagi pelanggan untuk mendapatkan layanan E-CRM dari SoloNet, yang layanan ini diharapkan mampu memberikan kenyamanan bagi pelanggan karena pelanggan dimudahkan untuk menggunakan produk-produk

SoloNet, dan sebagai pintu yang mempermudah pelanggan untuk berkomunikasi dengan SoloNet baik untuk menyampaikan kritik, saran bahkan keluhan yang akan secepat mungkin di respon oleh SoloNet.

Dari model arsitektur tersebut dapat memberikan gambar secara terstruktur terhadap pembangunan aplikasi E-CRM, sehingga dalam fase pembangunan akan lebih memudahkan dalam pelaksanaannya.

Bila e-CRM ini kemudian diimplementasikan maka akan membutuhkan web server, mail server database server, dan bandwidth management system yang dikonkresikan ke internet agar pengguna dapat mengakses dari internet. Perangkat ini kemudian dikolaborasikan pada sebuah jaringan agar dapat dengan mudah dikoneksikan dan dilindungi dalam sebuah privat area, sehingga interaksi dengan pengguna luar harus melalui sebuah router yang didalamnya ditanamkan firewall, hal ini bertujuan untuk keamanan jaringan dan sistem e-CRM itu sendiri.



**Gambar 8. Diagram Perangkat Sistem E-CRM**

Sedangkan untuk kebutuhan internal perusahaan sistem e-CRM ini dapat diakses dengan dilakukan routing di internal network hal ini juga dimaksudkan untuk melindungi akses menuju sistem e-CRM agar meminimalkan celah keamanan sekalipun pada wilayah internal perusahaan. Dari arsitektur seperti ini diharapkan seluruh tugas dari masing-masing perangkat dapat optimal dimana secara garis besar telah terjadi pembagian tugas dimana masing-masing server menjalankan perannya masing-masing, sehingga secara komputasi tidak terlalu bera. Maka arsitektur perangkat sistem e-CRM ini dapat digambarkan pada gambar 8.

## F. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan ini adalah bahwa dari analisa model bisnis eksternal yang digambarkan dalam model porter dan rantai nilai di SoloNet menunjukkan bahwa pelayanan terhadap pelanggan memiliki peran yang sangat krusial dan menentukan dalam pertumbuhan bisnis internet provider. Maka diperlukan sebuah sistem CRM yang lebih baik dan sistematis.

Dari hasil observasi menggunakan kuesioner diperoleh data yang menyimpulkan bahwa ada kebutuhan untuk melaksanakan sistem e-CRM di SoloNet dan juga dapat kebutuhan fungsionalitas apa saja yang harus dipenuhi dalam sistem e-CRM yang akan di rancang.

Dalam proses perancangan juga diperlukan informasi tentang proses bisnisnya. Hal ini diperlukan untuk membuat e-CRM yang sesuai dengan kondisi dan karakter perusahaan yang akan menerapkannya. Setelah mendapatkan proses bisnisnya dan disesuaikan dengan hasil observasi untuk mengidentifikasi kebutuhan umum dan kebutuhan fungsionalitas e-CRM untuk SoloNet kemudian dapat disusun sebuah rancangan E-CRM yang terdokumentasi, diantaranya Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (SKPL) dan Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak (DPPL) . Yang dikemudian hari memudahkan bagi para pengembang aplikasinya.

Pendekatan analitis dan konseptual sebelum menerapkan e-CRM ini akan dapat digunakan untuk membangun aplikasi e-CRM di SoloNet Internet Service Provider. Oleh karena itu ketika membangun sebuah e-CRM maka proses analisa dan desain merupakan kegiatan yang sangat krusial yang menjadi titik tumpu suksesnya sebuah e-CRM.

Dokumen ini telah diperiksa oleh pihak SoloNet dan dinyatakan telah sesuai dengan kebutuhan e-CRM di SoloNet yang dinyatakan dengan hasil responsi fungsi dokumen perancangan sistem e-CRM pada tabel 5. Setelah selesainya dokumen perancangan ini kemudian diserahkan ke pihak SoloNet dan akan dikembangkan menjadi perangkat lunak e-CRM yang akan diterapkan dalam perusahaan.

Tabel 5. Hasil Responsi Dokumen Perancangan Sistem e-CRM

No	Pertanyaan	Jawab	
		Ya	Tidak
1	Apakah dokumen perancangan (SKPL dan DPPL) ini dapat membantu SoloNet dalam pembangunan e-CRM nya?	6	
2	Apakah dokumen perancangan (SKPL dan DPPL) ini dapat telah sesuai dengan kebutuhan SoloNet untuk pembangunan e-CRM nya?	6	
3	Apakah Fungsi pada perancangan di bawah ini telah sesuai dengan kebutuhan e-CRM SoloNet	6	
<b>A. Customer Facing :</b>			
-	Call Center	6	
-	Sales Online	4	2
<b>B. Customer-toucing :</b>			
-	Knowledge Management	5	1
-	Online Marketing ( Iklan, Promosi dan Cross-selling )	6	
-	Trouble ticket	5	1
-	Networking tools (Ping, Traceroute, NSlookUp dan Bandwidth Monitoring )	6	
-	Billing Info	6	
<b>C. Customer Centric Intelligent</b>			
-	Customer Profiling	4	2
-	Error Report	6	
-	Mail Report	6	
-	Most Popular Product	4	2

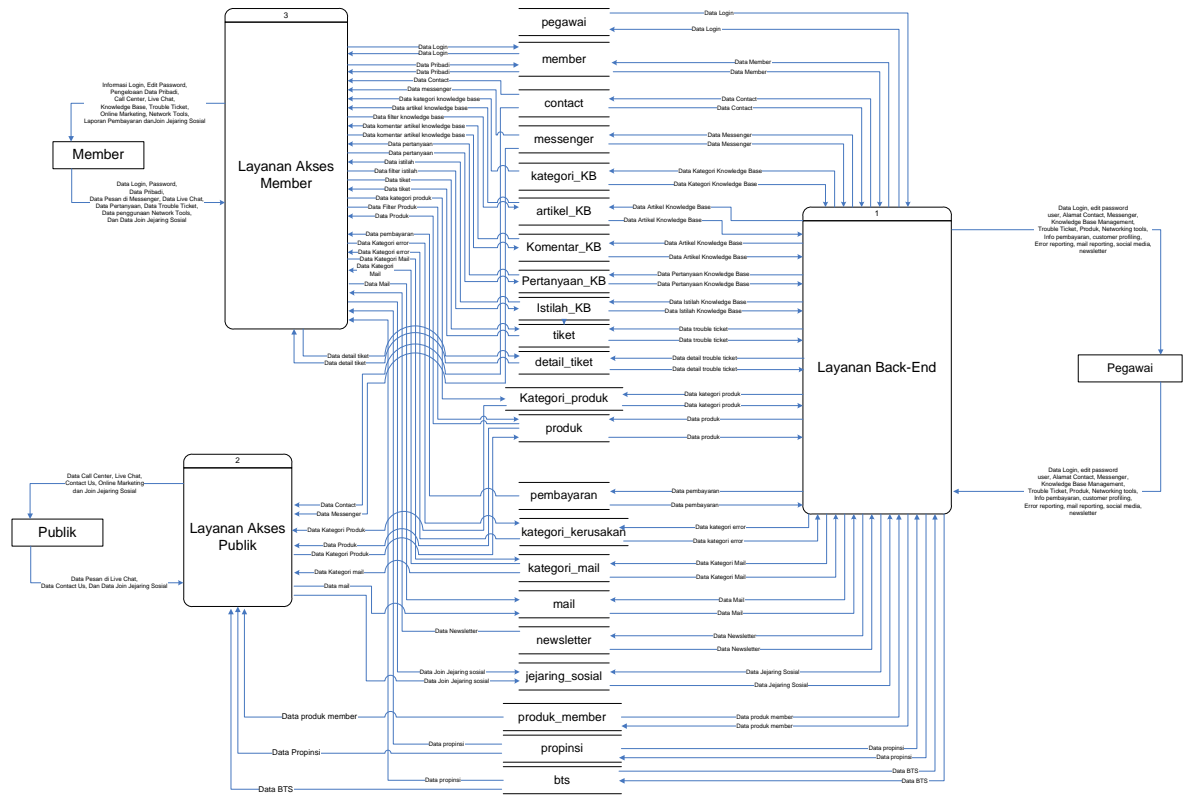
## G. Daftar Pustaka

- [1] Afaq Alam Khan, Sanjay Jamwal, M.M.Sepehri, 2010, *Applying Data Mining to Customer Churn Prediction in an Internet Service Provider*, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 9 – No 7.
- [2] Aliyu O. A, Sany S. M. M and Rushami Z. Y, 2011, *The Strategic Impact of Technology Based CRM on Call Centers' Performance*, Journal of Internet Banking and Commerce, Volume 16.
- [3] Assion Lawson –Body, Lori Willoughby, Kinvi Logossah, 2010, *DEVELOPING AN INSTRUMENT FOR MEASURING E-COMMERCE DIMENSIONS*, Journal of Computer Information Systems.
- [4] B. E. A. Oghojafor, S. A. Aduloju\* and F. F. Olowokudejo, 2011, *Information technology and customer relationship management (CRM) in some selected insurance firms in Nigeria*, 2011, Journal of Economics and International Finance, <http://www.academicjournals.org/JEIF>, ISSN 2006-9812, Volume 3(7).
- [5] Chat Chuchuen, Pisit Chanvarasuth, 2011, *The Adoption Factors of E-CRM in Service Sector of Thai SMEs*, 2nd International Conference on Networking and Information Technology IPCSIT, IACSIT Press, Singapore, Volume 17.
- [6] Dafe Chaffey, 2009, *E-Business and E-Commerce Management, Strategy, Implementation And Practice*, Fourth Edition, Pearson Education, London.
- [7] Efraim Turban, Linda Volonino, 2010, *Information Technology for Management, Transforming Organizational Student Version*,

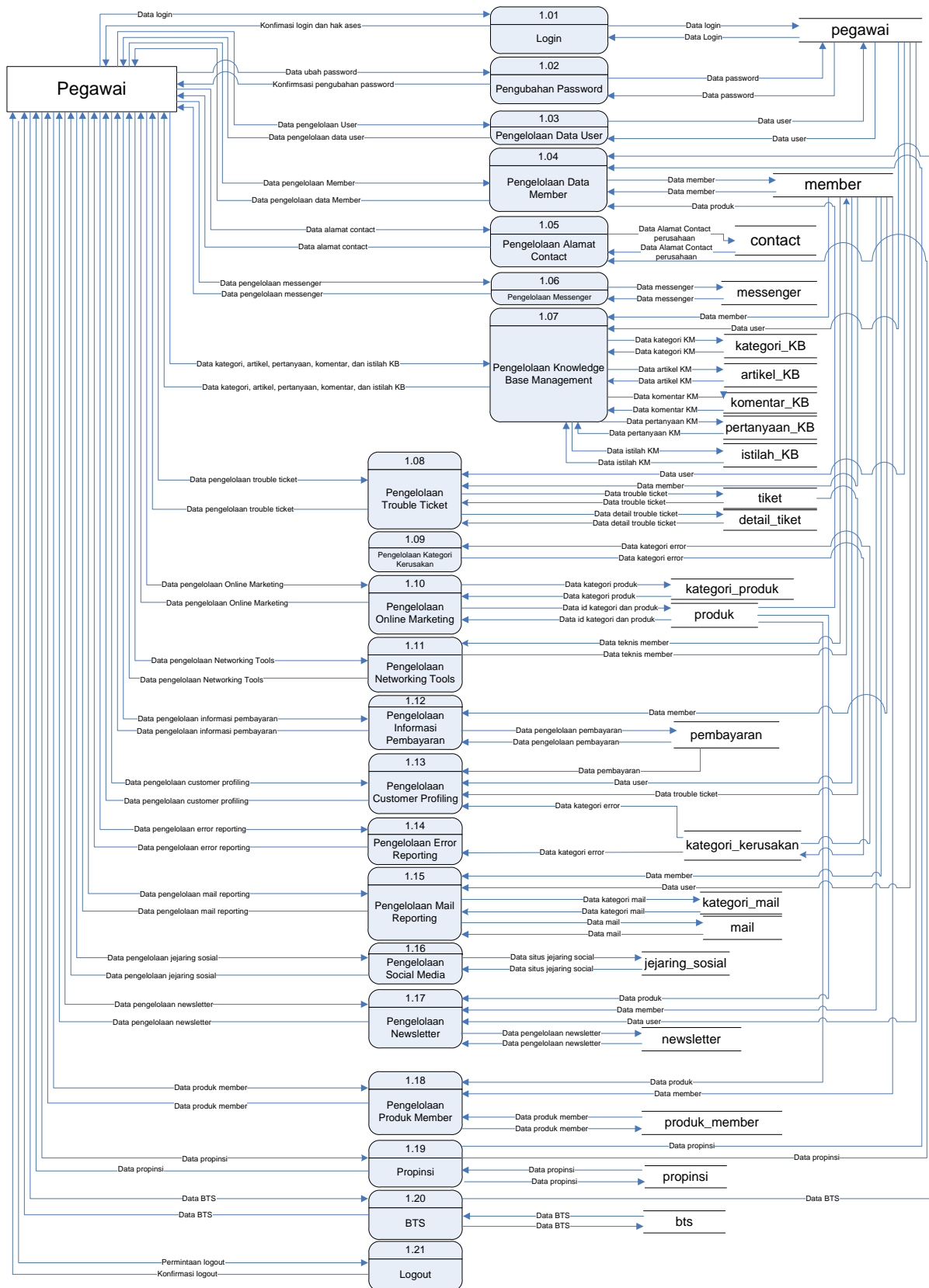


- 7th Edition, John Willey and Son, Inc., Hoboken, New Jersey.
- [8] Ibrahim Ali, Aw Yoke Cheng, and Chuah Shee Hoong, 2011, *An exploratory study on the Web-based Customer Relationship Management in the Fast-food Industry in Malaysia*, International Conference on Economics, Business and Management, IACSIT Press, Singapore, Volume 22.
  - [9] Kalakota, R dan Robinson, Marcia. 2001. *E-Business 2.0 Roadmap for success*. Addison Wesley Longman Inc, Massachusetts.
  - [10] Khalid Al-Momani, Nor Azila Mohd. Noor, 2009, *E-Service Quality, Ease of Use, Usability and Enjoyment as Antecedents of E-CRM Performance: An Empirical Investigation in Jordan Mobile Phone Services*, The Asian Journal of Technology Management, Volume 2 No. 2
  - [11] Khalid Rababah, Haslina Mohd, and Huda Ibrahim, 2011, *Customer Relationship Management (CRM) Processes from Theory to Practice: The Pre-implementation Plan of CRM System*, International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, Volume 1.
  - [12] Kumar, Batista, and Maull, 2011, *The Impact of Operations Performance on Customer Loyalty*, Service Science, <http://www.sersci.com>, Volume 3(2).
  - [13] Linda Hasyim, 2003, Pengembangan Sistem CRM untuk Meningkatkan Daya Saing pada Perusahaan ISP, Studi Kasus : PT. SPN, Tesis, Program Pasca Sarjana Program Studi Magister Manajemen Sistem Informasi, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.
  - [14] Linda M. Applegate, Robert D. Austin, Deborah L. Soule, 2009, *Corporate Information Strategy and Management, Text and Cases*, Eight Edition, McGraw Hill international, New York.
  - [15] M. A. Sahaf, H. Ishtiaq Qureshi and Rafi Ahmed Khan, 2011, *The science and art of customer relationship management: A blend of business processes and technology solutions*, African Journal of Business Management, <http://www.academicjournals.org/AJBM>, ISSN 1993-8233, Volume 5(13).
  - [16] MD. RASHID FAROOQI, 2011, *A COMPARATIVE STUDY OF CRM AND E-CRM TECHNOLOGIES*, Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE), Volume 2.
  - [17] Mehrdad Alipour, Mohammad Hallaj Mohammadi, 2011, *The Effect Of Customer Relationship Management (CRM) On Achieving Competitive Advantage Of Manufacturing Tractor*, Global Journal of Management and Business Research, Volume 11.
  - [18] Mohammad Mojtaba Keikhyfarzaneh, Dr.Ahmad Reza Keikhyfarzaneh, Dr.Javad Khalatbari, Mohammad Sourizaei, 2011, *The Role of E-Commerce in Electronic Customer Relationship Management (ECRM) and the Factors Affecting It*, International Journal of Scientific & Engineering Research, <http://www.ijser.org> ISSN 2229-5518, Volume 2.
  - [19] Noor Raihan Ab Hamid, Aw Yoke Cheng<sup>2</sup> and Romiza Md Akhir, 2011, *Dimensions of E-CRM: An Empirical Study on Hotels' Web Sites*, Journal of Southeast Asian Research, <http://www.ibimapublishing.com/journals/JSA> R/jsar.html, Volume 2011.
  - [20] Parasuraman A., Zeithaml, V.A. & Berry, L.L. (1988), *SERVQUAL: A Multiple-Item Scale For Measuring Consumer Perceptions Of Service Quality*. Journal of Retailing, Volume 64(1), halaman 12-40
  - [21] Ratikanta Biswal, Manoranjan Dash, Kalpana Sahoo, 2011, *SYMBIOSIS OF E-CRM IMPLEMENTATION AND CHANGE MANAGEMENT*, International Journal of Research in Finance & Marketing, ISSN 2231-5985, Volume 1.
  - [22] Rogre S. Presman, 2010, *Software Engineering, A Practitioner's Approach*, McGraw-Hill International Edition, Seventh Edition, Singapore.
  - [23] Samsudin Wahab, Kaled Momani and Nor Azila Mohd Noor, 2010, *The Relationship between E-Service Quality and Ease of Use On Customer Relationship Management (CRM) Performance: An Empirical Investigation In Jordan Mobile Phone*, Journal of Internet Banking and Commerce, Volume 5.
  - [24] V. THANUJA, B. VENKATESWARLU and G. S. G. N. ANJANEYULU, 2011, *Applications of Data Mining in Customer Relationship Management*, Journal of Computer and Mathematical Sciences, Volume 2.
  - [25] <http://www.solonet.co.id/>, diakses pada tanggal 2 Maret 2012, pukul 19.30 WIB.

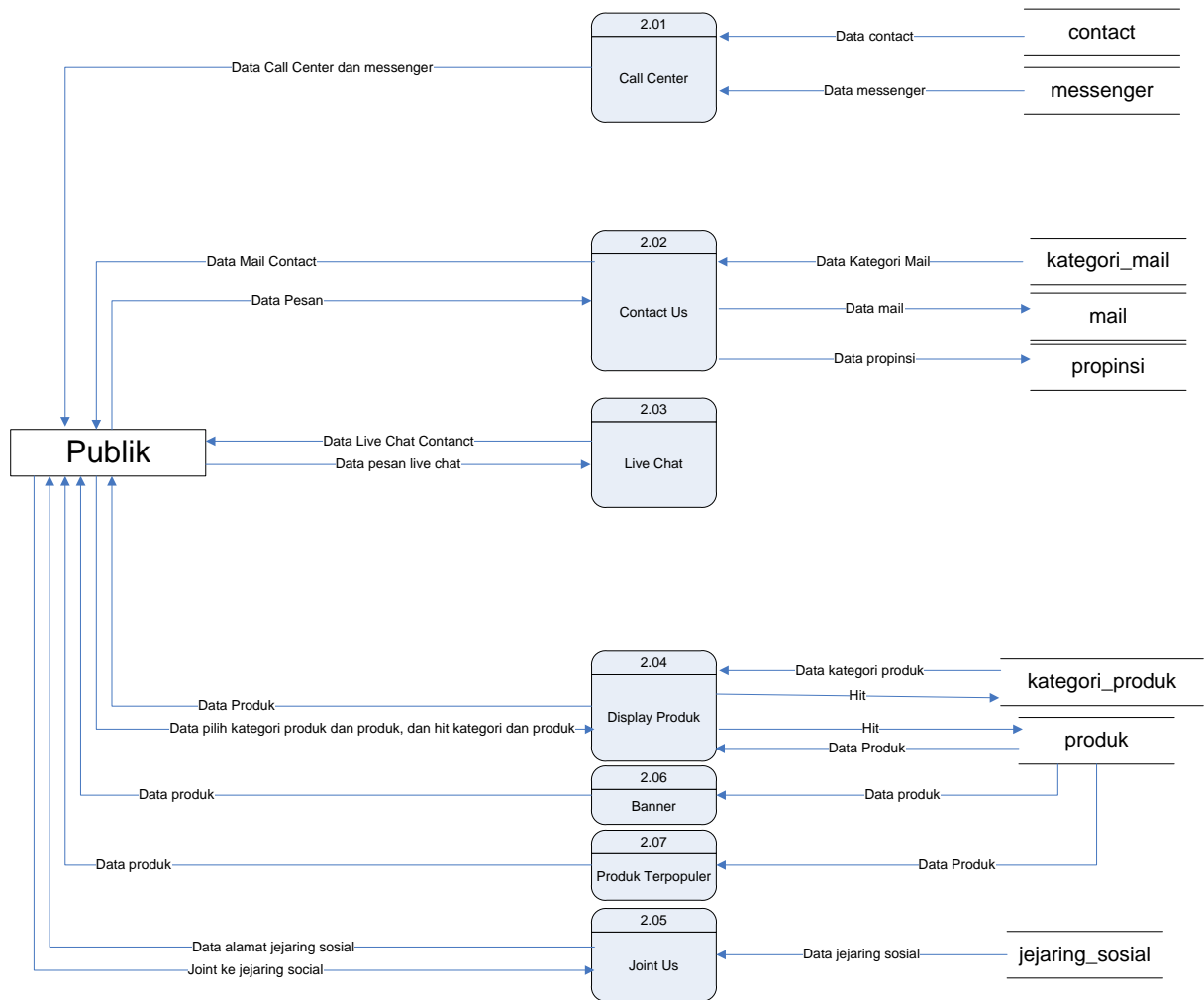
## Lampiran 1. DFD Level 1 E-CRM SoloNet



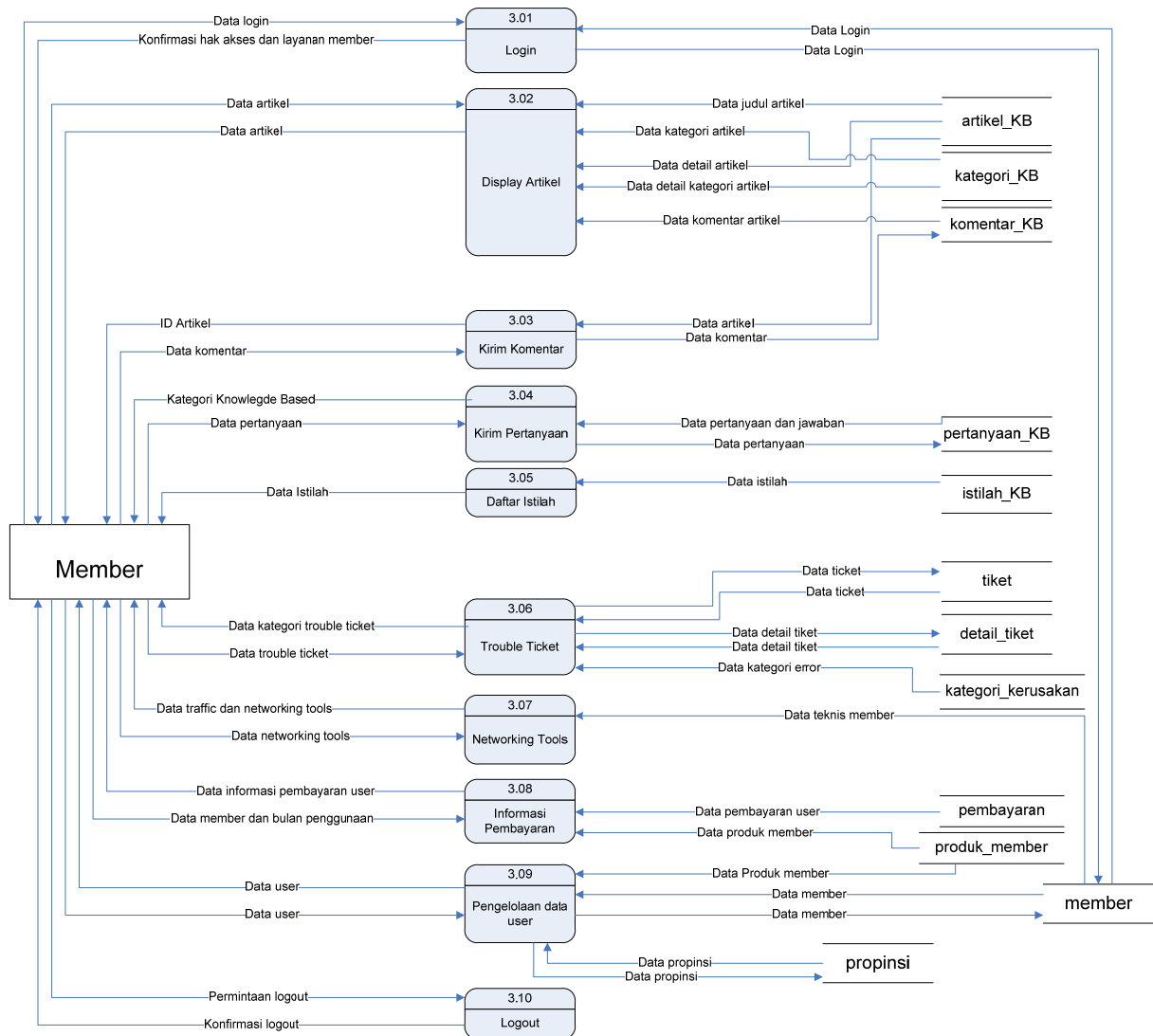
## Lampiran 2. DFD Level 2 Proses Layanan Back-End E-CRM SoloNet



### Lampiran 3. DFD Level 2 Proses Layanan Publik E-CRM SoloNet



**Lampiran 4. DFD Level 2 Proses Layanan Member E-CRM SoloNet**









# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **JARINGAN KOMPUTER**

---





# PEMANFAATAN SKEMA PROTOKOL *GROUP SIGNATURE* UNTUK ALTERNATIF PENGAMANAN PADA APLIKASI *IPOWERMEETING*

Amiruddin

*Sekolah Tinggi Sandi Negara (STSN), Ciseeng, Bogor  
Jl. H. Usa, Ciseeng, Bogor, Jawa Barat  
E-mail : amir@stsn-nci.ac.id*

## Abstrak

Dewasa ini rapat bisa dilakukan di mana saja, meskipun para pesertanya terpisah jarak. Hal itu mungkin dilakukan dengan adanya aplikasi untuk rapat secara online. Salah satu aplikasi rapat tersebut adalah iPowerMeeting. Prototipe aplikasi iPowerMeeting memiliki permasalahan dalam hal belum adanya pengamanan data, padahal data dan informasi rapat bisa jadi merupakan informasi sensitif yang hanya boleh diketahui oleh pihak yang berhak mengetahuinya. Permasalahan lain adalah keterbatasan kapasitas penyimpanan data. Untuk itu, paper ini menawarkan solusi pengamanan dengan menerapkan skema protokol group signature. Dengan menerapkan protokol group signature, permasalahan berupa ancaman penyadapan dapat diatasi dengan adanya proses enkripsi, sedangkan ancaman impersonasi (impersonation) dapat diatasi dengan adanya ID kunci publik. Adapun keterbatasan kapasitas penyimpanan dapat diatasi dengan penyimpanan pesan secara selektif dan penghapusan setelah mencapai periode tertentu.

Kata Kunci : cloud storage, group signature, iPowerMeeting, kriptografi, timestamp.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

*Meeting* atau rapat merupakan sebuah mekanisme untuk mengambil keputusan dengan melibatkan beberapa orang. Secara konvensional rapat dilakukan dengan mengumpulkan beberapa orang dalam sebuah ruang/lokasi pada waktu yang sama. Penyelenggaraan rapat secara konvensional memang bagus, tetapi perkembangan kebutuhan dan kondisi di lapangan yang berbeda-beda, menuntut penyelenggaraan rapat yang tidak lagi harus konvensional. Perkembangan teknologi memungkinkan untuk dilakukan rapat yang tidak terbatas pada ruang yang sama dengan kehadiran fisik peserta rapat. Perangkat teknologi dan aplikasi yang beragam dan mudah digunakan telah menawarkan solusi lain untuk melakukan rapat pengambilan keputusan yaitu dengan cara online. Dalam [1], Latumahina, dkk telah mengembangkan sebuah prototipe aplikasi berbasis iPhone dan iPad yang diberi nama iPowerMeeting, sebuah aplikasi yang ditujukan untuk penyelenggaraan rapat jarak jauh secara online.

Prototipe aplikasi iPowerMeeting menggunakan SugarSync Cloud Storage untuk penyimpanan data dan informasi rapat. Selain itu, terdapat juga sebuah web-server untuk melayani permintaan menu/layanan tertentu oleh klien. Koneksi antara klien dengan SugarSync dan klien dengan web-server membuka peluang terjadinya ancaman keamanan yaitu kemungkinan terjadinya penyadapan komunikasi oleh pihak yang tidak berhak, sehingga bisa terjadi kebocoran data dan informasi rapat. Permasalahan lain yang terdapat pada aplikasi tersebut adalah keterbatasan kapasitas penyimpanan data. Berdasarkan permasalahan tersebut, paper ini menawarkan solusi pemanfaatan skema protokol group signature untuk alternatif pengamanan dari kemungkinan ancaman tersebut.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelemahan aplikasi iPowerMeeting dan menawarkan alternatif solusi pengamanan dengan menerapkan protokol group signature. Selanjutnya juga dilakukan analisis terhadap penerapan protokol group signature pada aplikasi iPowerMeeting.

### 1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kelemahan apa yang terdapat pada aplikasi iPowerMeeting?
- Bagaimana penerapan skema protokol group signature pada iPowerMeeting?

## 2. Landasan Teori

Pada bagian ini, dipaparkan beberapa teori atau konsep yang mendasari penelitian ini, yaitu: iPowerMeeting, kriptografi, protokol kriptografi, dan protokol group signature.

### 2.1 iPowerMeeting [1]

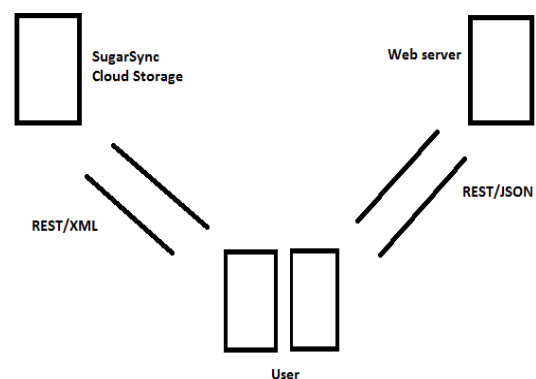
Prototipe aplikasi iPowerMeeting dikembangkan menggunakan bahasa Objective-C dengan compiler Xcode 4.4 pada platform Macintosh 10.6+ Snow Leopard. Pada aplikasi ini, terdapat 8 (delapan) menu utama seperti ditunjukkan dalam tabel-1.

Tabel-1. Menu Utama iPowerMeeting

Nama Menu	Penjelasan
HOME	Di sini semua data komunikasi meeting tercatat. HOME dapat diasumsikan sebagai papan tulis besar di dalam ruang rapat yang digunakan untuk menulis informasi ataupun catatan penting seputar materi rapat.
NOTIFICATION	Pada bagian ini, seluruh notifikasi aktivitas rapat tertentu muncul, seperti ketika ada update voting, masuknya pesan pribadi dari peserta lain, sinyal QUICK FEEDBACK, dan lain-lain. Kategori notifikasi yang muncul di sini dapat berbeda-beda, tergantung peran dari user (coordinator atau participants).
MEETING INFORMATION	Segala bentuk informasi meeting.
SHARED DOCUMENT	Menampilkan daftar file-file yang di-upload oleh peserta rapat.
VOTING	Ketika coordinator melakukan opsi voting, maka di sinilah user dapat berpartisipasi dan melihat perkembangannya.
QUEUED	Sebuah antrian, di mana participants dapat bertanya kepada coordinator secara private, tetapi harus masuk antrian dengan pertanyaan participant lainnya.
DIRECT MESSAGE	Fitur untuk berkomunikasi secara private antara dua peserta.
QUICK FEEDBACK	Menyediakan 1-button response yang berkaitan dengan aktivitas coordinator rapat, berupa: BORING,

MAKET IT QUICK!, CAN I LEAVE NOW?, SUPERB!, I AM WITH YOU, I DISAGREE, TAKE A BREAK, PLEASE!, DAN \*CHEERS\*

Arsitektur iPowerMeeting dapat dilihat pada gambar-1. Arsitektur sistem iPowerMeeting terdiri dari klien iPowerMeeting, server iPowerMeeting dan media penyimpanan awan SugarSync cloud storage. Koneksi klien dengan web-server iPowerMeeting menggunakan protocol REST dengan format data JSON, sedangkan pada komunikasi klien dengan media penyimpanan SugarSync menggunakan protokol REST dengan format data XML.



Gambar-1. Bagan arsitektur sistem iPowerMeeting

Aplikasi iPowerMeeting adalah sebuah aplikasi yang menawarkan sebuah metode komunikasi yang ringan berbasis tekstual. Dengan demikian, jika jaringan Internet yang tersedia sedang lambat, maka rapat tetap dapat diselenggarakan dengan nyaman mengingat data tekstual tidak membutuhkan bandwidth yang besar. Meskipun demikian, iPowerMeeting tetap menawarkan fitur-fitur khas rapat yang belum tersedia pada aplikasi sejenis yang terlebih dulu ada. Fitur-fitur dimaksud adalah quick response, queued statements, dan mekanisme voting.

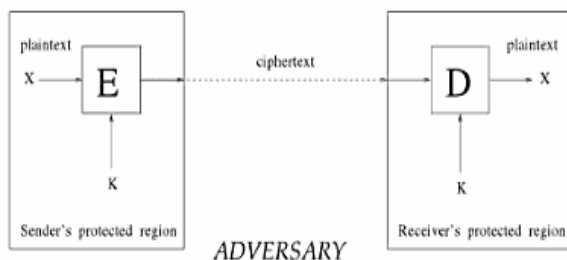
Sebelum dapat menggunakan aplikasi iPowerMeeting, pengguna wajib mendaftarkan diri pada situs resmi aplikasi ini dengan memberikan informasi berupa: User ID, Password, dan Invite Key (kunci yang memungkinkan orang mendaftarkan orang lain ke dalam rapat yang dibuat).

Aplikasi ini terbatas untuk platform iOS saja, dan tidak didesain untuk melakukan *live teleconference* melalui kamera dan audio, mengingat koneksi Internet di Indonesia yang belum stabil.

## 2.2 Kriptografi

Kriptografi adalah ilmu yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek-aspek keamanan informasi seperti kerahasiaan, integritas data, autentikasi entitas, dan autentikasi asal data. Kriptografi bukan hanya sebuah alat atau cara untuk menyediakan keamanan informasi, melainkan seperangkat teknik [2].

Kriptografi mempunyai dua proses utama yang disebut enkripsi dan dekripsi. Secara sederhana, enkripsi dapat digambarkan sebagai proses mengubah sebuah plaintext (teks bermakna) menjadi ciphertext (teks tak bermakna) dan dekripsi adalah proses sebaliknya, yaitu proses mengubah ciphertext menjadi plaintext. Gambar-2 memperlihatkan sebuah skema kriptografi menggunakan kunci rahasia/kunci privat  $K$  [3]. Kunci privat  $K$  diketahui oleh kedua belah pihak pengirim dan penerima, tetapi tidak diketahui oleh pihak lain yaitu adversary. Pada area pengirim, plaintext  $X$  dienkripsi dengan kunci  $K$  menjadi ciphertext. Selanjutnya ciphertext dikirim ke penerima. Penerima akan mendekripsi ciphertext dengan kunci  $X$  sehingga diperoleh plaintext.



Gambar-2. Skema enkripsi kunci privat [3]

Tujuan kriptografi secara garis besar adalah pada privasi atau kerahasiaan, integritas data, autentikasi, dan nir-penyangkalan [4]. Penjelasannya adalah sebagai berikut:

- Kerahasiaan adalah layanan yang digunakan untuk menjaga isi pesan atau informasi dari pihak-pihak yang tidak berhak;
- Integritas data adalah layanan yang untuk mendeteksi adanya perubahan data berupa penyisipan, penghapusan, dan substitusi;
- Autentikasi adalah layanan yang berhubungan dengan identifikasi seseorang atau data/pesan;
- Nir-penyangkalan (non-repudiation) adalah layanan yang mencegah entitas untuk menyangkal komitmen atau tindakan transaksi yang telah dilakukan.

## 2.3 Protokol Kriptografi [5]

Protokol adalah serangkaian langkah berurut yang melibatkan dua atau lebih pihak untuk menyelesaikan sebuah tugas/pekerjaan. Protokol kriptografi adalah protokol yang menggunakan kriptografi, baik teknik maupun algoritmanya.

Tujuan dari protokol kriptografi bukan hanya sebatas kerahasiaan, melainkan lebih dari itu. Protokol kriptografi pada umumnya digunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Men-share *secret* (sesuatu yang rahasia) antar-pihak yang terlibat dalam rangka menghasilkan nilai tertentu;
- Menggabungkan pihak-pihak untuk membangkitkan rangkaian bilangan acak;
- Saling meyakinkan antar-pihak yang terlibat mengenai identitas mereka;
- Menandatangani kontrak secara bersamaan.

Namun, sejatinya poin terpenting dalam penggunaan kriptografi dalam protokol adalah untuk mencegah atau mendeteksi terjadinya penyadapan (*eavesdropping*) dan kecurangan (*cheating*).

Protokol kriptografi dibagi menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu:

- Arbitrated protocol*, adalah protokol yang memerlukan pihak penengah (*arbitrator*) atau pihak ketiga (*third trusted party/TTP*) atau sering disebut Trent untuk menyelesaikan protokol tersebut;
- Adjudicated protocol*, adalah protokol yang melibatkan Trent jika terjadi perselisihan antara pihak-pihak yang terlibat dalam protokol. Tugas Trent di sini adalah menyelesaikan perselisihan tersebut secara adil dan transparan;
- Self-enforced protocol*, adalah protokol yang tidak melibatkan Trent. Protokol ini didesain dan dikonstruksi secermat mungkin sehingga tidak memungkinkan terjadi perselisihan. Jika ada salah satu pihak mencoba berbuat curang, maka pihak lain dapat langsung mendeteksinya, dan protokol langsung dihentikan.

### Protokol group signature

Protokol group signature diperkenalkan pertama kali oleh D. Chaum dan E. van Heijst [6]. Protokol group signature memungkinkan setiap anggota group menandatangani pesan atas nama group [7]. Protokol group signature mempunyai karakteristik sebagai berikut [5]:

- Hanya anggota group yang dapat menandatangani pesan;

- b. Penerima tandatangan dapat memverifikasi bahwa tandatangan tersebut benar berasal dari group;
- c. Penerima tandatangan tidak dapat menentukan siapa anggota group yang menandatangani pesan;
- d. Jika terjadi perselisihan, tandatangan dapat dibuka untuk mengetahui identitas dari penandatangan sebenarnya.

Adapun tahapan dari protokol group signature adalah sebagai berikut [5]:

- a. Trent membangkitkan banyak pasangan kunci public-kunci privat dan memberikan kepada setiap anggota grup daftar berbeda yang berisi kunci-kunci privat yang unik (daftar kunci pribadi). Tidak ada kunci yang sama dalam setiap daftar tersebut;
- b. Trent menerbitkan daftar utama (*master list*) dari semua kunci public grup secara acak. Trent menyimpan catatan rahasia yang berisi korelasi kunci public dengan pemiliknya;
- c. Jika ingin men-sign sebuah dokumen, anggota grup akan memilih kunci secara acak dari daftar kunci pribadinya;
- d. Ketika seseorang ingin memverifikasi apakah sebuah tandatangan (*signature*) adalah milik group, maka dia akan melihat kunci yang berkorelasi pada daftar utama dan memverifikasi tandatangan tersebut;
- e. Dalam hal terjadi perselisihan, Trent mengetahui kunci publik yang berkorelasi terhadap anggota dari grup tersebut.

Pada tahapan protokol tersebut, Trent adalah istilah yang digunakan untuk entitas pihak ketiga, yaitu pihak penengah terpercaya yang dilibatkan dalam protokol untuk menjembatani transaksi antara dua entitas yang tidak saling percaya, misalnya Alice dan Bob.

### 3. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan studi literatur desain prototipe aplikasi iPowerMeeting;
- b. Menganalisis kelemahan atau kerawanan implementasi aplikasi iPowerMeeting;
- c. Melakukan studi pustaka pengamanan yang bisa diterapkan untuk kelemahan atau kerawanan implementasi aplikasi iPowerMeeting;
- d. Menggambarkan konsep penerapan protokol group signature pada aplikasi iPowerMeeting;
- e. Melakukan analisis terhadap penerapan protokol group signature pada aplikasi tersebut.

## 4. Pembahasan

### 4.1 Analisis kelemahan iPowerMeeting

Pada arsitektur aplikasi iPowerMeeting terdapat 2 (dua) ancaman keamanan yang disorot yaitu:

- a. Pada koneksi antara klien dengan media penyimpanan SugarSync  
Pada koneksi ini jika seorang penyerang bisa mendapatkan akses, maka informasi yang dikirim ke media penyimpanan dapat diketahui oleh penyerang. Strategi yang ditawarkan adalah melakukan enkripsi file sebelum dikirim ke media penyimpanan. Enkripsinya menggunakan kunci publik klien, dan hanya klien dan web-server yang dapat membuka file tersebut.
- b. Pada koneksi antara klien dengan web service  
Pada koneksi ini seorang penyerang yang berhasil mengakses kanal komunikasi dapat berpura-pura sebagai klien yang meminta layanan kepada server. Strategi yang diterapkan untuk serangan ini adalah penggunaan protokol group signature, sehingga hanya anggota group yang dapat meminta layanan kepada server. Tandatangan dibuka untuk mengetahui identitas pengirim sehingga dapat dipastikan bahwa pengirim adalah benar-benar anggota group.

Selain itu, terdapat pula permasalahan dalam hal keterbatasan kapasitas penyimpanan data. Karena semua data rapat disimpan dalam cloud storage, maka semakin lama media penyimpanan tersebut akan penuh.

### 4.2 Pemanfaatan protokol group signature

Untuk permasalahan berupa ancaman keamanan pada aplikasi iPowerMeeting tersebut, dalam paper ini ditawarkan solusi berupa penerapan atau pemanfaatan skema protokol group signature.

Adapun skenario protokol group signature yang ditawarkan untuk alternatif pengamanan pada aplikasi iPowerMeeting adalah sebagai berikut:

- a. Web-server membangkitkan 5 (lima) pasangan kunci publik-kunci privat untuk setiap anggota grup. Pemilihan lima pasangan kunci public-privat ini didasarkan pada pertimbangan bahwa tidak perlu membangkitkan pasangan kunci yang banyak karena akan mengkonsumsi lebih banyak media penyimpanan. Namun, hal ini bersifat fleksibel, artinya jika media penyimpanan tidak menjadi masalah, maka dapat saja dibangkitkan pasangan kunci sebanyak mungkin sehingga peluang penyerang untuk melakukan *brute-force attack* (mencari kunci yang benar dengan mencoba semua kemungkinan) terhadap kunci yang digunakan semakin sulit;

- b. Jika ada anggota baru yang mendaftar maka web-server membangkitkan 5 (lima) pasangan kunci publik-kunci privat untuk anggota tersebut dan meng-update daftar dan ID kunci publik anggota;
- c. Web-server kemudian mengumumkan daftar beserta ID kunci publik semua anggota dan mengirimkan 5 (lima) kunci privat setiap anggota kepada anggota tersebut;
- d. Jika akan melakukan rapat, maka peserta yang bertindak sebagai coordinator akan mengirimkan pesan yang dienkripsi dengan kunci privat-nya kepada web-server. Pesan tersebut berisi `rapat_request` dan ID kunci publik anggota yang akan diajak rapat;
- e. Web-server men-dekrip pesan tersebut, menambahkan tanda waktu server (*timestamp*) yang digunakan sebagai ID-pesan, kemudian mem-broadcast pesan tersebut ke semua anggota sesuai dengan isi pesan;
- f. Jika ada pihak yang tidak sah mengirim pesan kepada web-server maka web-server dapat mendeteksinya, karena web-server tidak memiliki pasangan kunci publik dari kunci privat yang digunakan pada pesan tersebut;
- g. Semua pesan 'sensitif' (pesan yang hanya perlu diketahui oleh anggota) dari setiap anggota grup harus dienkripsi menggunakan kunci privat dan ditambahkan timestamp sebelum dikirim ke web-server dan web-server memberikan timestamp sebagai ID-pesan. Pesan lain yang tidak 'sensitif' dikirim secara plain (tanpa enkripsi);
- h. Web-server memilah dan memilih pesan yang akan disimpan di web-server dan pesan yang akan diforward ke cloud storage. Penyimpanan pesan-pesan tersebut mempunyai periode waktu karena keterbatasan kapasitas penyimpanan dan akan dihapus jika sudah habis masa berlakunya.
- i. Klien yang akan membaca atau mendownload pesan sensitif harus melalui web-server dengan mengirimkan pesan terenkripsi berisi ID-pesan.

Setelah penerapan skema protokol group signature tersebut pada aplikasi iPowerMeeting, maka ancaman kemungkinan terjadinya penyadapan pada implementasi iPowerMeeting dapat diatasi dengan adanya proses enkripsi. Adapun kemungkinan terjadinya serangan impersonasi dapat diatasi dengan adanya ID kunci publik. Permasalahan terbatasnya kapasitas penyimpanan juga dapat diatasi dengan adanya periode masa/waktu penyimpanan berdasarkan timestamp.

## 5. Kesimpulan

Dari pembahasan materi sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pada aplikasi iPowerMeeting terdapat ancaman pada kedua koneksi antara klien dengan web-server maupun klien dengan SugarSync cloud storage, yaitu berupa penyadapan dan impersonation;
- b. Kedua ancaman tersebut dapat diatasi dengan menerapkan protokol group signature;
- c. Dalam penerapan protokol group signature pada aplikasi iPowerMeeting terdapat proses enkripsi untuk mencegah pihak penyadap membaca pesan yang sebenarnya dan terdapat pula autentikasi klien sehingga dapat mendeteksi pihak yang melakukan impersonasi;
- d. Keterbatasan kapasitas penyimpanan pada web-server maupun cloud storage dapat diatasi dengan menerapkan masa berlaku pesan, sehingga jika masa berlaku sudah habis, pesan akan dihapus oleh web-server;
- e. Penerapan group signature juga dapat mengakomodir adanya penambahan atau pengurangan anggota;
- f. Untuk mengatasi keterbatasan kapasitas penyimpanan pada implementasi iPowerMeeting, Web-server akan menghapus file atau pesan yang telah mencapai periode tertentu.

## Daftar Pustaka

- [1] Latumahina, Yuliana Melita Pranoto Donald, et.al, *Prototype Desain Aplikasi Berbasis iPad dan iPhone untuk Menyenggarakan Rapat Jarak Jauh Secara Online*, Proceeding Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2012, STIKOM Bali, 2012;
- [2] Menezes, Alfred, et.al, *Handbook of Applied Cryptography*, CRC Press LLC, Florida, 1997;
- [3] Goldreich, Oded, *Foundations of Cryptography*, Volume II Basic Applications, Cambridge University Press, Cambridge, 2004
- [4] Oppliger, Rolf, *Contemporary Cryptography*, 2nd ed., Artech House, Norwood, MA 02062, 2011;
- [5] Schneier, Bruce, *Applied Cryptography*, John Wiley and Sons, Inc., 2nd Ed, Canada, 1996;
- [6] L. Chen and T.P. Pedersen, *New Group Signature Schemes*, Advances in Cryptology-EUROCRYPT '94 Proceedings, Springer – Verlag, 1995;

- [7] Song, Dawn Xiaodong, *Practical Forward Secure Group Signature Schemes*, CCS '01 Proceedings of the 8th ACM conference on Computer and Communications Security Pages 225-234, 2001

**[CV Penulis]**

**Amiruddin**, menyelesaikan studi S2 Magister Teknologi Informasi Universitas Indonesia tahun 2007.

# IMPLEMENTASI REMOTEAPP UNTUK PRIVATE CLOUD COMPUTING PADA PERUSAHAAN PHARMASI DENGAN PENDEKATAN INFRASTRUCTURE AS A SERVICES (IaaS)

**Muhammad Noval Riswandha**

*Jurusan Teknik Komputer, STMIK YADIKA Bangil  
Jl. Bader No. 9 Kalirejo-Bangil-Pasuruan Jawa Timur 67153  
081733-95-26  
E-mail : mriswandha@yahoo.com*

## **Abstrak**

Perubahan interaksi informasi, sumber informasi dan pengguna yang dipengaruhi oleh peningkatan teknologi dirasakan sebagai tuntutan dimasa kini. Tuntutan untuk bekerja ekstra cepat adalah tuntutan perusahaan bagi karyawannya. Hanya saja kondisi di lapangan terkadang menghambat kinerja karyawan. Di dalam perusahaan pharماسi, informasi atau data yang dibutuhkan adalah yang akurat, mudah diakses dan keamanan terjamin.

Karyawan didalam perusahaan membutuhkan solusi yang mampu menghubungkan dengan kerjanya dimana saja, kapan saja dan apapun perangkat yang digunakan dalam mengakses data yang diperlukan untuk kepentingan bisnis perusahaan yang semakin berkembang. Selain data atau informasi, beberapa aplikasi penunjang sangat diperlukan untuk mendukung agar data atau informasi bisa tepat guna. Sebagai contoh adalah aplikasi pengolah data, pengolah kata, pengolah grafis atau multimedia.

Teknologi yang bisa diterapkan pada kebutuhan perusahaan ini adalah Private Cloud Computing dengan menggunakan teknologi RemoteApp yang berbasis Windows Server 2008 R2. Dengan pendekatan Infrastructure as a Services (IaaS) mampu menyediakan antarmuka yang efisien untuk proses bisnis perusahaan, teknologi ini dapat diakses menggunakan Fixed Device berbasis windows dan Mobile Device yang berbasis Android melalui koneksi jaringan lokal ataupun internet.

*Kata Kunci: Fixed Device, IaaS, Mobile Device, Private Cloud Computing, RemoteAp, Windows Server 2008 R2*

## **1. Pendahuluan**

Informasi menjadi sangat penting apabila memiliki ciri-ciri Availability (ketersediaan), Security (keamanan), Scalability (skalabilitas) dan Flexibility (Fleksibilitas). Dan perubahan interaksi informasi, sumber informasi dan pengguna yang dipengaruhi oleh peningkatan teknologi dirasakan sebagai tuntutan dimasa kini. Tuntutan untuk bekerja ekstra cepat adalah tuntutan perusahaan bagi karyawannya. Hanya saja kondisi di lapangan terkadang menghambat kinerja karyawan. Di dalam perusahaan pharماسi, informasi atau data yang dibutuhkan adalah yang akurat, mudah diakses dan keamanan terjamin.

Karyawan didalam perusahaan membutuhkan solusi yang mampu menghubungkan dengan

kerjanya dimana saja, kapan saja dan apapun perangkat yang digunakan dalam mengakses data yang diperlukan untuk kepentingan bisnis perusahaan yang semakin berkembang. Selain data atau informasi, beberapa aplikasi penunjang sangat diperlukan untuk mendukung agar data atau informasi bisa tepat guna. Sebagai contoh adalah aplikasi pengolah data, pengolah kata, pengolah grafis atau multimedia.

Konsep-konsep akses data dari mana saja dan menggunakan Fixed Device dan Mobile Device yang dibutuhkan oleh perusahaan ini selaras dengan perkembangan trend teknologi saat ini yaitu Cloud Computing yang dengan kemampuannya sebagai tempat menyimpan data, applications. Trend teknologi ini lah yang dapat memberikan berbagai macam layanan secara terdistribusi dan parallel



secara remote dan dapat berjalan di berbagai device, dan teknologinya dapat dilihat dari berbagai macam teknologi yang digunakan dari proses informasi yang dilakukan secara outsourcing sampai dengan data center.

Penelitian tentang Private Cloud Computing pernah dibahas dalam beberapa penelitian sebelumnya oleh (Ibnu Yahya Sumantri,dkk,2011) yang berjudul Perancangan dan Implementasi Private Cloud Computing Menggunakan Eucalyptus-Ubuntu Enterprise Cloud. Penelitian ini menggunakan Operating System Ubuntu dengan pendekatan Infrastruktur as a Service atau IaaS dan menggunakan aplikasi Eucalyptus.

Selain itu pembahasan yang sama juga pernah diteliti oleh (Sinto, September 2012) yang berjudul Desain dan Implementasi SOA Menggunakan Private Cloud Computing Berbasis Open Source, dimana penelitian ini menggunakan Framework Proxmox Virtual Environment melalui Install Guest berbasis OpenVZ yaitu EyeOS 1.9 dan OwnCloud 4.0 dengan menggunakan komponen SOA (Service Oriented Architecture) dengan pendekatan IaaS.

Perbedaan dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya adalah penggunaan aplikasi RemoteApp yang merupakan fasilitas dari Operating System Microsoft Windows Server 2008 R2 dan aplikasi yang bukan berbasis open source dan banyak aplikasi dari Microsoft dirasa paling user-friendly dan familiar dengan masyarakat IT.

## 2. Landasan Teori

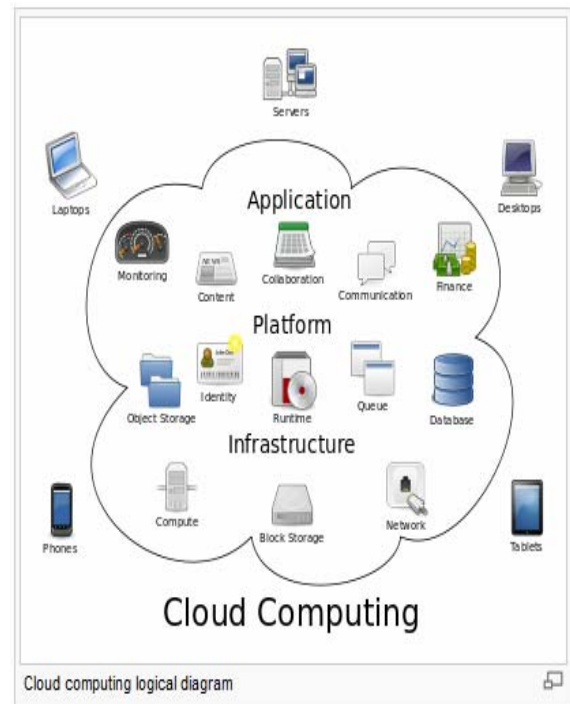
### 2.1 Cloud Computing

Istilah cloud telah digunakan dalam perkembangan dunia internet, karena internet bisa menggambarkan sebagai sebuah awan besar. Pengguna istilah ini awalnya digunakan untuk gambaran umum sebuah jaringan besar/backbone yang berupa awan, yang sebenarnya berisi sekumpulan komputer yang saling terhubung. Konsep ini dikenalkan pada awal 1961, ketika Professor John McCarthy menyatakan bahwa “teknologi komputer time-sharing mungkin akan berkembang dimasa depan, dimana kemampuan komputasi dan aplikasi spesifik mungkin dapat dijual melalui model bisnis berdasarkan tipe utilitas”. Baru pada sekitar tahun 2008 awal teknologi ini muncul kembali dan masih banyak perbedaan pendapat serta pemahaman mengenai cloud computing.

Cloud Computing adalah sebuah model komputasi/computing, dimana sumber daya seperti processor / computing power, storage, network dan

software menjadi abstrak dan diberikan sebagai layanan di jaringan / internet menggunakan pola akses remote. Model billing dari layanan ini umumnya mirip dengan model layanan publik. Ketersediaan on-demand sesuai kebutuhan, mudah untuk di kontrol, dinamik dan skalabilitas yang hampir tanpa limit adalah beberapa atribut penting dari cloud computing.

Berikut adalah gambar Cloud Computing Diagram



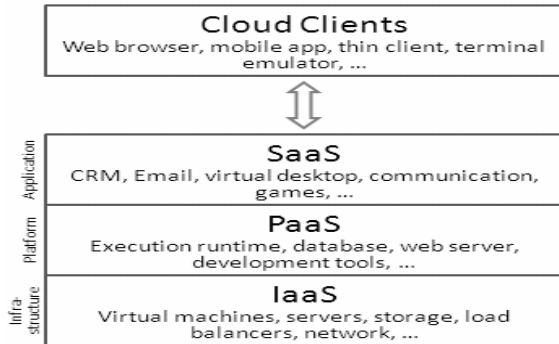
Gambar 1. Cloud Computing Logical Diagram

Model Cloud berdasarkan jenis layanan secara umum dibagi menjadi tiga kategori menurut definisi National Institute of Standards and Technology (NIST).

1. Infrastructure as a Services (IaaS)  
Sistem ini memberikan layanan kepada konsumen berupa aplikasi yang dapat diakses dari berbagai perangkat client.
2. Platform as a Service (PaaS)  
Sistem PaaS mengijinkan pengguna aplikasi dan bahasa pemrograman yang disediakan oleh sistem serta menyimpan data-data di dalam sistem cloud computing, tentunya dengan menggunakan API provider. Google Apps merupakan salah satu yang paling terkenal sebagai penyedia PaaS.
3. Software as a Service (SaaS)  
SaaS merupakan perangkat lunak yang berbentuk layanan/service. Dalam hal ini provider

memungkinkan pelanggan hanya untuk menggunakan aplikasi tersebut (aplikasi yang disewa). Perangkat lunak ini berinteraksi dengan user melalui user interface. Aplikasi ini dapat berupa email berbasis web, aplikasi seperti Twitter atau last.fm.

Berikut adalah gambar dari Cloud Computing Layer



Gambar 2. Cloud Computing Layer

Model Cloud berdasarkan Infrastruktur yang dapat diterima oleh para stakeholder saat ini dan diakui oleh NIST adalah

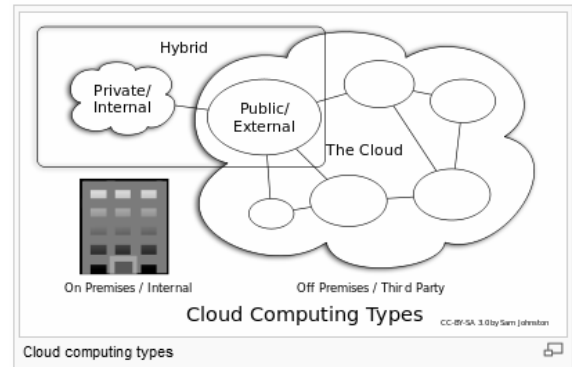
1. **Private Cloud**  
Private cloud dibangun, dioperasikan dan dikelola oleh sebuah organisasi untuk perusahaan penggunaan/keperluan internal untuk mendukung operasi bisnisnya secara eksklusif. Mulai dari masyarakat umum, perusahaan swasta, hingga organisasi pemerintah di seluruh dunia yang mengadopsi model ini untuk mengeksplotasi manfaat cloud seperti fleksibilitas, pengurangan biaya, kecepatan dan sebagainya.
2. **Public Cloud**  
Public Cloud merupakan sebuah model layanan cloud yang disediakan oleh provider dan ditujukan untuk layanan public/masal. Mekanisme public cloud adalah sebuah utilitas berbasis berbayar yang disesuaikan dengan penggunaan. Resource dari cloud ini dihosting ditempat penyedia layanan, mulai dari aplikasi hingga media penyimpanan/storage. Contoh dari public cloud yang populer adalah Amazon AWS (EC2, S3, dll), Rackspace Cloud Suite, dan Microsoft Azure Service Platform
3. **Community Cloud**  
Community cloud terbagi menjadi beberapa organisasi dan mendukung komunitas tertentu yang telah berbagi kepentingan misalnya misi, persyaratan keamanan, kebijakan dan pertimbangan. Community cloud dikelola oleh sebuah organisasi atau pihak ketiga dan mungkin oleh anggota aktif. Salah satu contoh Community

Cloud adalah OpenCircus, yang dibentuk oleh HP, Intel, Yahoo dan lainnya

#### 4. Hybrid Cloud

Hybrid cloud merupakan infrastruktur yang terdiri dari dua atau lebih cloud (private, community atau public). Jadi, Hybrid cloud adalah infrastruktur cloud berupa gabungan dari beberapa cloud yang ada.

Berikut adalah gambar Cloud Computing Types



Gambar 3. Cloud Computing Types

Adapun beberapa keuntungan yang dapat dilihat dari perkembangan Cloud Computing ini adalah:

1. Lebih efisien karena menggunakan anggaran yang rendah untuk sumber daya.
2. Membuat lebih elastis, dengan mudah dapat berorientasi pada profit dan perkembangan yang cepat.
3. Membuat operasional dan manajemen lebih mudah, dimungkinkan karena sistem pribadi atau perusahaan yang terkoneksi dalam satu cloud dapat dimonitor dan diatur dengan mudah.
4. Menjadikan kolaborasi yang terpercaya dan lebih ramping.
5. Membantu dalam menekan biaya operasional biaya modal pada saat kita meningkatkan reliability dan kritikal sistem informasi yang kita bangun.

#### Infrastructure as a Services (IaaS)

Sistem ini memberikan layanan kepada konsumen berupa aplikasi yang dapat diakses dari berbagai perangkat client. Konsumen bisa menggunakan thin client, atau web browser sebagai interface/antarmukanya.

Seperti Amazon Web Services (AWS) menyediakan virtual server dengan alamat IP yang unik dan blok penyimpanan sesuai permintaan. Pelanggan

mendapatkan manfaat dari sebuah API dimana mereka dapat mengontrol server mereka. Karena pelanggan membayar sejumlah pelayanan yang mereka gunakan, seperti halnya membayar listrik atau air, dan layanan ini juga disebut utilitas komputasi.

### 2.3 Private Cloud Computing

Private cloud digunakan secara pribadi (private) oleh perusahaan atau pengguna tertentu. Private cloud diterapkan dengan menggunakan teknologi yang sama dengan public cloud, sehingga memiliki semua karakteristik cloud computing. Bedanya, private cloud dipasang pada pusat data milik perusahaan sendiri. Hal ini memungkinkan sebuah perusahaan memanfaatkan semua fasilitas cloud computing dilingkungan komputasi milik perusahaan tersebut. Selain pusat data milik sendiri, model private cloud juga dapat diterapkan dengan memanfaatkan pusat data milik perusahaan lain. Misalnya, dengan memanfaatkan layanan cloud computing yang disediakan oleh pihak ketiga. kelebihan private cloud ada pada segi lokasi. Ada perusahaan atau organisasi yang terkait dengan aturan mengenai lokasi data mereka.

### 2.4 Windows Server 2008 R2

Windows Server 2008 R2 adalah salah satu varian dari sistem operasi Windows Server 2008. Berbeda dengan Windows Server 2008 dan Windows Server 2003, windows server 2008 R2 hanya tersedia untuk platform 64-bit, dan hanya mendukung processor 64-bit. Namun demikian, aplikasi 32-bit dapat berjalan mulus di sistem operasi ini.

Sistem operasi ini memiliki peningkatan kualitas dalam hal virtualisasi dan memberi kemudahan akses serta mengurangi penggunaan arus listrik. Dengan memperkenalkan Live Migration, windows server 2008 R2 menjadi pemimpin dalam pangsa pasar virtualisasi. Live Migration mengijinkan admintrator untuk berpindah ke virtual machines dari 1 host ke yang lainnya dalam milidetik, tanpa kehilangan koneksi atau mengalami gangguan koneksi.

Windows Server 2008 R2 dirancang untuk memberikan sesuatu yang belum pernah ada sebelumnya kepada enterprise customers seperti tools keamanan, monitoring dan maintenance infrastruktur server mereka sendiri. Termasuk didalamnya scalability dan reliability, support sampai 256 logical cores untuk windows server 2008 R2 sendiri dan sampai 32 logical cores untuk virtual machines. R2 berfokus pada komponen OS yang berperan terhadap multicore, jadi IT Administrator

hanya butuh menginstal komponen-komponen tertentu yang mereka butuhkan untuk server. Ini bertujuan untuk mengurangi beban kerja dan management yang berlebih.

R2 juga dapat bekerja di client komputer berbasis windows 7 yang merupakan fitur jaringan paling handal dan flexibel. R2 dilengkapi dengan Direct Access yang berfungsi sebagai remote access computing dari sisi client dan server. R2 juga include BranchCache, sebuah file access computing untuk remote dan branch offices. Enhancement to AD's group policies berfungsi mengontrol lebih dalam ketika menggunakan Windows 7 clients. Bitlocker to Go (Teknologi yang dapat mengenkripsi removable drives). RemoteApp dan Desktop Connections merupakan fitur yang memungkinkan admin untuk memungkinkan admin untuk mengembangkan aplikasi desktop virtual.

Beberapa fitur dari Windows Server 2008 R2 adalah

- Support for 2 terabytes of RAM
- Scalable up to 8 x64/64-bit processors
- Host + 4 virtual image use rights
- Support for a 16-node failover cluster
- Hot Add/Replace Memory and Processors with supporting hardware
- Fault-tolerant memory synchronization
- Cross-file replication (DFS-R)
- Virtually unlimited Network Access Service connections (RRAS and IAS)
- Virtually unlimited Network Policy Server connections
- Virtually unlimited Remote Services Gateway connections
- AD Rights Management Services
- BranchCache Content Server
- BranchCache Hosted Server
- DirectAccess
- Hyper-V
- Network Access Protection (NAP)
- Remote Desktop Services
- Internet Information Services 7.5
- Server Core Support
- Server Manager
- Windows Powershell 2.0

### 2.5 RemoteApp

RemoteApp adalah fitur yang dapat digunakan untuk mengakses program dan didalamnya terdapat fitur desktop connections (komputer remote dan virtual komputer) yang disediakan bagi semua pengguna dalam suatu jaringan oleh Administrator Jaringan di lingkungan kerja.

Sebenarnya fasilitas ini bukanlah hal baru, karena sebelumnya di Windows Server 2008 dan fasilitas Terminal Servicenya sudah tersedia sejak Windows 2000 Server. Namun RemoteApp yang ada di sistem operasi desktop baru di Windows 7 fasilitasnya disediakan. Memang di windows versi lama, seperti Windows XP atau Vista fasilitas ini bisa juga digunakan, hanya tentu harus dipasang tersendiri, maka berbeda dengan Windows 7 dimana fasilitas ini sudah termasuk di dalamnya.

Fasilitas RemoteApp ini sangat berguna ketika bekerja di luar kantor, digunakan untuk mengakses semua program, data dan komputer yang ada di kantor. Dengan fasilitas ini hanya dapat dijalankan dengan aplikasi berbasis web. Sebagai contoh, apabila akan mengakses data di sumber daya yang terletak di salah satu komputer di kantor, maka dengan fasilitas ini bekerja hampir sama seolah-olah berada di jaringan lokal atau pada komputer di kantor.

Sebelum menggunakan fasilitas ini, harus memiliki Account di Windows Server 2008 R2, setelah itu Administrator jaringan akan menginformasikan sumber daya yang tersedia dan sebuah alamat URL yang digunakan untuk mengatur sambungan. Setelah memasukkan alamat URL untuk menjalankan fasilitas tersebut, bisa langsung bekerja secara online.

Perlu diketahui, Remote Desktop Connections dan RemoteApp Desktop Connections sangat berbeda. Dimana dengan fasilitas Remote Desktop Connection, dapat meremote secara keseluruhan dari komputer yang diremote. Sedangkan RemoteApp Desktop Connections hanya meremote aplikasi yang ada di server dan disesuaikan dengan kebutuhan sesuai hak akses pengguna. Dan tentu saja sebelumnya di server sudah terpasang fasilitas tersebut lengkap dengan URLnya dan tinggal menjalankan fasilitas tersebut dari desktop komputer dari mana saja, karena fasilitas ini berjalan di atas browser.

### 3. Desain dan Implementasi

#### 3.1 Analisa Permasalahan

Infrastruktur teknologi yang terdapat di perusahaan farmasi ini masih bersifat konvensional dan bersifat internal infrastruktur, seperti penggunaan Server on site, maka secara kebutuhan akan dibatasi oleh jumlah Core Processor, kapasitas Harddisk dan Memory. Sedangkan penggunaan Internet hanya digunakan untuk browsing dan penggunaan e-mail client.

Dengan keterbatasan itulah, karyawan hanya bisa mengakses informasi/data, aplikasi ketika bekerja di lokasi on site. Selain itu permasalahan yang dianalisa menjadi hal yang sangat penting adalah penyimpanan data, penyimpanan masih pada computer, media penyimpanan external seperti Flash Disk dan Harddisk external. Karena tidak memiliki fasilitas layanan Data Center, tentunya hal ini sangat riskan dan kurang efisien dalam pengaksesan data, sehingga berpengaruh kinerja proses bisnis perusahaan yang semakin berkembang dan semakin kompleks.

#### 3.2 Analisa Kebutuhan

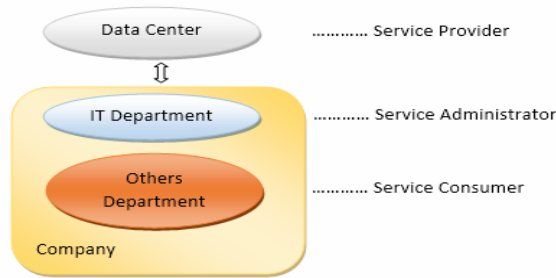
Kondisi perusahaan yang semakin berkembang, tentunya membutuhkan sebuah infrastruktur teknologi informasi yang handal, aman, terintegrasi dengan data center dan bersifat fleksibel dan dinamis dalam pengaksesan.

Data Center untuk keperluan pendistribusian data yang dinamis berupa DataStorage (penyimpanan data) dan Server Collocation (pengolahan data), harus memenuhi aspek kriteria yaitu Availability (ketersediaan), Security (keamanan), Scalability (skalabilitas) dan Flexibility (fleksibilitas).

Data Center juga menyediakan Online Storage yaitu media penyimpanan data Online dengan teknologi Cloud Computing atau layanan Cloud Storage yang dilengkapi dengan sistem Management User, seperti fitur sinkronisasi, calendar, file, folder, audio, galeri dan dokumen lainnya pada semua perangkat serta memungkinkan pengeditan berkas dasar melalui web secara online. Mekanisme akses data secara Online memungkinkan pengguna dapat menyimpan, mengambil dan mengolah data dimanapun berada melalui akses internet tanpa dibatasi ruang dan waktu. Selain itu layanan Cloud Computing dari Data Center yang menyediakan Private Cloud Computing untuk memenuhi kebutuhan internal perusahaan melalui akses jaringan internet dan melakukan sinkronisasi dengan sistem/data/informasi yang ada di internal perusahaan.

Untuk menyelaraskan infrastructure, maka layanan menjadi 3 bagian, Data Center sebagai Service Provider penyedia Private Cloud Computing, Departemen IT sebagai Service Administrator dan department lainnya sebagai Service Consumer.

Berikut adalah gambar integrasi infrastructure



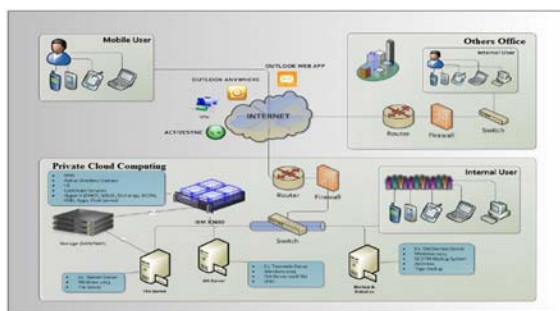
Gambar 4. Integrasi Infrastructure

Dengan integrasi layanan infrastruktur ini, maka penerapan layanan Cloud Computing menjadi solusi menjanjikan dalam menyediakan sebuah fleksibilitas, efisiensi dan dinamisasi untuk berbagai aplikasi. Kemampuan pola akses Remote melalui jaringan local dan internet menggunakan Fixed Device seperti computer dan laptop, maupun Mobile Device seperti Smartphone Android, IPad dan PC Tablet. Sehingga berdampak pada penghematan biaya, aksesibilitas yang tinggi dan mudah dalam hal skalabilitas.

### 3.3 Topologi Jaringan Lokal dan Private Cloud

Topologi jaringan local di perusahaan farmasi ini menggunakan jenis Topologi Star dengan menggunakan kabel UTP dan Fiber Optic untuk lokasi yang berjauhan. Koneksi internet menggunakan 2 vendor ISP yaitu FIC sebagai core line dan penyedia layanan data center dengan bandwidth 2 Mbps Fiber Optic Last Mile dan Telkom Speedy sebagai backup line dengan bandwidth 512 Kbps.

Berikut adalah gambar topologi network yang ada di perusahaan



Gambar 5. Topologi Network

## 3.4 Implementasi

### 3.4.1 Server Roles

Salah satu tools yang ada di Windows Server 2008 R2 adalah Server Roles, dimana suatu server roles adalah fungsi spesifik yang dilakukan oleh server didalam jaringan. Contoh roles yang dapat dijalankan pada Windows Server 2008 R2 termasuk File Server, Print Services, Windows Deployment Services, Network Policy and Access Services (NAP/NPS) dan Remote Desktop Services. Hampir seluruh server roles telah didukung oleh satu atau lebih role services yang menyediakan perbedaan jenis fungsional dari role tersebut. Untuk menambahkan roles-roles tersebut menggunakan Server Manager yang ada di Control Panel.

Berikut adalah gambar dari Server Roles yang ada di Server Manager



Gambar 6. Server Roles di Server Manager

### 3.4.2 Remote Desktop Services (RemoteApp)

Pada Windows Server 2008 R2, RemoteApp bisa diaplikasikan dengan memasukkan roles Remote Desktop Services pada Service Roles di Server Manager. Pada versi Windows Server 2008, menggunakan roles Terminal Services.

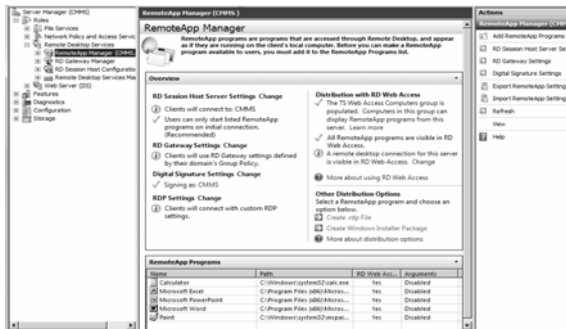
Berikut adalah gambar Service Role Remote Desktop Services

Role Services: 4 installed	
Role Service	Status
Remote Desktop Session Host	Installed
Remote Desktop Virtualization Host	Not installed
Core Services	Not installed
RemoteFX	Not installed
Remote Desktop Licensing	Installed
Remote Desktop Connection Broker	Not installed
Remote Desktop Gateway	Installed
Remote Desktop Web Access	Installed

Gambar 7. Roles Services Remote Desktop Services

Untuk setting aplikasi, user dan lainnya, dapat dilakukan di RemoteApp Manager yang terdapat pada Role Remote Desktop Services, pada tab RemoteApp Programs.

Berikut gambar RemoteApp Manager



Gambar 8. RemoteApp Manager

### 3.4.3 Cloud Application Client

Pada computer Client, RemoteApp bisa diakses dengan 2 cara yaitu

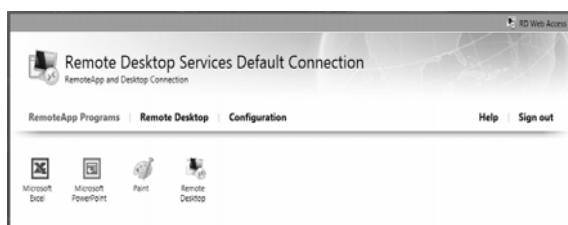
1. Dengan mengakses IP Address Server Private Cloud atau Nama Server Private Cloud menggunakan web browser (Internet Explorer).

Berikut adalah tampilan awal user login untuk mengakses RemoteApp



Gambar 9. Tampilan awal RemoteApp

Setelah memberikan user dan password, maka tampilan beberapa aplikasi berdasarkan hak akses dari pengguna, seperti gambar dibawah ini

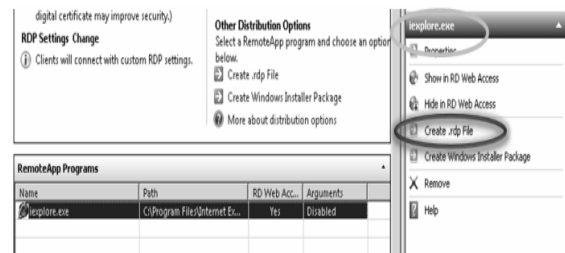


Gambar 10. Tampilan aplikasi dari computer client.

2. Dengan menggunakan file Remote Desktop Protokol yang berextension .rdp yang di create di Server Private Cloud pada RemoteApp Manager dan selanjutnya file yang dibuat sesuai dengan pemilihan aplikasi masing-masing

pengguna bisa di letakkan di desktop computer client.

Berikut adalah gambar membuat file .rdp



Gambar 11. Membuat .rdp file

Perbedaan pada ke dua akses yaitu pada akses web browser, harus memasukkan IP Address atau nama Server Private Cloud yang ada, sedang pada akses file RDP, hanya mengakses file rdp yang merupakan sebuah file executable yang ketika dijalankan akan langsung terhubung dengan aplikasi serupa di Server Private Cloud

Berikut adalah tampilan dari file .rdp di desktop



Gambar 12. File .rdp di Desktop

## 4. Kesimpulan dan saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dari implementasi penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pemilihan Sistem Operasi Windows Server 2008 R2, memiliki beberapa keunggulan, salah satunya adalah fitur pengendalian yang lebih baik (more control). Fitur ini dapat membuat perusahaan memegang kontrol yang lebih terhadap server merka, fitur lain adalah kemampuan virtualisasi yang dianggap lebih fleksibel untuk dijalankan dalam platform

apapun. Server ini mendukung semua sistem operasi selain windows termasuk produk Open Source seperti Linux, Novel dan Android.

2. Aplikasi RemoteApp pada Windows Server 2008 R2 menambahkan fungsionalitas untuk single sign-on, lebih baik daripada aplikasi remote desktop, mengurangi kompleksitas administratif, akses web, dan plug-n-play perangkat pengalihan. Layanan RemoteApp ini memungkinkan perusahaan penyedia Data Center dan perusahaan pengguna jasa seperti perusahaan farmasi untuk lebih mudah mengatur pelayanan jarak jauh dan menawarkan pengguna untuk remote aplikasi dan menjamin untuk pendistribusian data yang Availability (ketersediaan), Security (keamanan), Scalability (skalabilitas) dan Flexibility (Fleksibilitas).
3. Melalui pendekatan Infrastructure as a Services (IaaS), menjadikan implementasi Private Cloud Computing mempunyai manfaat yang sangat besar dimana selain keamanan juga memberikan layanan kepada pengguna berupa aplikasi yang dapat diakses dari berbagai perangkat client sebagai contoh adalah web browser sebagai interface/antarmukanya.
4. Keuntungan dari Private Cloud Computing adalah membuat sumber fasilitas server (processor, memory, hard disk) dan lainnya menjadi tidak terbatas. Karyawan atau pengguna tidak lagi melihat sistem komputasi yang dimiliki dilihat dari segi fisiknya. Private Cloud menutup physical computing resources dari pengguna dan digantikan dengan menyajikan virtual computing resources kepada pengguna.
5. Dengan adanya implementasi ini, meningkatkan efisiensi yang luar biasa kepada fasilitas komputasi perusahaan ini sehingga bisa lebih maksimal dan memberikan kapasitas pelayanan yang jauh lebih besar dari sebelumnya.

#### 4.2 Saran

Adapun saran yang bisa dikembangkan untuk selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Implementasi RemoteApp dengan Private Cloud Computing pada perusahaan farmasi ini akan sangat bermanfaat bagi perusahaan apabila digabungkan dengan teknologi Public Cloud untuk membentuk cloud yang lebih besar lagi.
2. Karena perusahaan farmasi ini memiliki beberapa divisi selain manufacturing yaitu divisi marketing dan administrasi yang berbeda lokasi, dengan fasilitas komputasi yang tersebar juga akan lebih merasakan manfaat dari

teknologi ini karena semua fasilitas dikelola menjadi satu kesatuan untuk memenuhi kebutuhan semua pengguna apabila diterapkan.

3. Kecepatan akses internet akan sangat berpengaruh terhadap akses RemoteApp pada data center, untuk itu perlu ditambahkan bandwidth internet akses.
4. Untuk mengantisipasi pergantian atau perubahan IP Public Address dari Provider, sebaiknya perusahaan membeli IP Public untuk digunakan secara permanent.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ajith Singh. N, M. Hemalatha, “*Cloud Computing for Academic Environment*”, International Journal of Information and Communication Technology Research, ISSN 2223-4985, Volume 2 No. 2, February 2012.
- [2] Benjamin S.Woo, “*The Journey to the Private Cloud-Taking the First Steps*”, Sponsored by: EMC Corporation & Brocade Communication Systems, Inc, IDC White Paper, May 2010
- [3] Daiva Budriene, Laima Zalieckaite, “*Cloud Computing Application In Small and Medium Sized Enterprises*”, Issues Of Business And Law, Vol. 4 (2012), ISSN 2029-9214 print, ISSN 2029-1094 online
- [4] Dedi Rianto Rahadi, M. Mifta Farid, “*Implementation Of Cloud Computing In The Sector Of Small And Medium Enterprises The Best Practice In Palembang*”, Proceedings of The 1<sup>st</sup> International Conference on Information Systems For Business Competitiveness (ICISBC), pp 245-249, 2011
- [5] Frank Doelitzscher, Anthony Sulistio, Christoph Reich, Hendrik Kuijs, David Wolf, “*Private Cloud for Collaboration and e-Learning Services: from IaaS to SaaS*”, DOI 10.1007/s00607-010-0106-z, Computing (2011) 91:23-42.
- [6] Ibnu Yahya Sumantri, Henry Rossi Andrian, Robbi Hendriyanto, “*Perancangan dan Implementasi Private Cloud Computing Menggunakan Eucalyptus-Ubuntu Enterprise Cloud*”, Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Telkom Bandung, 2010.
- [7] Karthik Kumar and Yung-Hsiang Lu, “*Cloud Computing For Mobile Users: Can Offloading Computation Save Energy?*”, IEEE 2010 Computer Society, pp 51-55
- [8] Onno W. Purbo, “*Petunjuk Praktis Cloud Computing Menggunakan OpenSource*”, Juli 2011.
- [9] Sinto, “*Desain dan Implementasi Service Oriented Architecture Menggunakan Private Cloud Computing Berbasis Open Source Pada*

PT Thamrin Brothers”,Jurusan Teknik informatika, STMIK PalComTech Palembang, September 2012.

### **[CV Penulis]**

Muhammad Noval Riswandha, lahir di Balikpapan, 8 Mei 1978, menyelesaikan studi S1 jurusan Teknologi Informatika, lulus tahun 2000 di

STIKOM Surabaya dan menempuh studi S2 jurusan Teknologi Informatika lulus tahun 2012 di STTS Surabaya.

Bekerja di perusahaan pharmasi di Pasuruan Jawa Timur sebagai MIS Head Factory Division , sebagai Dosen Tetap dan menjabat Sekretaris Prodi S1 di STMIK YADIK A Bangil.





# ANALISIS PERFORMANSI PROTOKOL ROUTING JARINGAN AD-HOC MULTINODE PADA KOMUNIKASI KAPAL LAUT

Mukminatun Ardaisi<sup>(1)</sup>, Achmad Affandi<sup>(2)</sup>,

(1)(2)Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : tcatf14@gmail.com(1), Achmad.affandi@ee.its.ac.id(2)

## Abstrak

Dunia kelautan dan maritime saat ini membutuhkan system pemantau dan navigasi kapal untuk memberikan informasi mengenai posisi kapal, keadaan laut, atau informasi lain yang diperlukan. Informasi ini diharapkan mampu diterima oleh penerima secara cepat dan akurat, serta menggunakan biaya yang tidak mahal. Sebuah protokol routing untuk jaringan wireless *ad hoc* sangat diperlukan pada proses komunikasi kapal laut antara beberapa *node*, untuk mengirimkan paket data melalui satu atau beberapa *node* menuju alamat tujuan dimana topologi jaringan selalu berubah. Agar dapat dilakukan routing, masing-masing *node* harus mengupdate tabel routingnya.

Pada penelitian ini, protokol routing yang dibangun adalah protokol routing AOMDV. Protokol ini terdiri dari lima pesan kontrol yang dikirim dalam bentuk paket. Paket RREQ, RREP dan RRER berperan dalam pencarian jalur dan paket data-ACK berperan dalam transfer data. Protokol untuk data link layer menggunakan algoritma *Distributed Coordination Function* (DCF). Sebelum *node* mengirimkan pesan, *node* akan mendengarkan kanal terlebih dahulu untuk menghindari tabrakan data. Protokol diwujudkan dalam bentuk program pada terminal komunikasi data di perangkat komputer. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan paket data dengan konfigurasi 4 node pada lokasi yang berbeda dengan pergerakan dari beberapa node ini dilakukan dengan kecepatan 10 Km/jam. . Dan pengujian selanjutnya dilakukan dengan mengirimkan paket konfigurasi tabrakan data.

Kata kunci: Jaringan *ad hoc*, Protokol routing, Sistem Komunikasi VHF

## I. PENDAHULUAN

Sebagai Negara kepulauan, Indonesia memiliki wilayah laut yang luas. Tentunya laut yang luas memiliki potensi yang besar. Potensi ini dimanfaatkan oleh maritime atau penduduk pesisir pantai sebagai mata pencaharian utama mereka. Banyaknya kecelakaan perairan seperti kapal tenggelam, kapal terdampar dan kapal tabrakan yang menimpa mereka akibat belum adanya teknologi komunikasi yang memadai. Dengan system pemantau dan navigasi pada kapal laut, maka nelayan dan maritime dapat memberikan dan menerima informasi mengenai posisi kapal, keadaan laut atau informasi lain yang diperlukan. Sebenarnya telah ada teknologi komunikasi berbasis satelit untuk mendukung pelayaran. Sayangnya teknologi ini memiliki fisik perangkat yang besar dan harga yang

tidak terjangkau bagi semua kalangan. Oleh karena itu digunakanlah sistem komunikasi radio dalam jaringan *ad hoc* menggunakan kanal VHF. Energi gelombang elektromagnetik pada band VHF tidak dipantulkan oleh ionosfer, sehingga tidak memungkinkan untuk komunikasi secara Beyond LOS. Radio VHF memiliki keterbatasan jangkauan, dengan demikian kapal yang berada diluar jangkauan gateway tidak dapat menerima informasi dari gateway. Jaringan *Ad-hoc* dinilai dapat mengatasi masalah ini karena memungkinkan kapal yang tidak berada pada jangkauan Base Station dapat menggunakan perangkat komunikasi kapal lain sebagai relay Base Station.

Jaringan *ad hoc* adalah kumpulan dari beberapa mobile host yang membentuk suatu jaringan yang bersifat sementara tanpa ada infrastruktur dan administrasi terpusat dengan karakteristik topologi

yang dinamis[1]. Setiap node dalam jaringan dapat berperan sebagai host dan router dan harus dapat memforward paket menuju node lainnya. Untuk tujuan seperti itu, suatu protokol routing diperlukan.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai pengiriman data melalui frekuensi VHF secara point-to-point dan hanya dapat melayani satu user [2]. Dalam Penelitian ini akan dikembangkan sistem yang dapat mendukung jaringan Ad-hoc multinode. Pada sistem jaringan Ad-hoc multinode, jumlah node dan gateway lebih dari satu sehingga memerlukan protokol akses jamak untuk mengatasi tabrakan data saat terjadi pengiriman data secara bersamaan.. Oleh karena itu ketika diterapkan pada banyak node akan timbul masalah “multipath”. Dalam masalah ini protokol routing AODV yang dipakai pada penelitian sebelumnya belum bisa mengatasinya, Untuk itu agar dapat mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan untuk menggunakan algoritma AOMDV (Ad-hoc On-demand Multipath Distance Vector).

AOMDV [3] merupakan perluasan dari AODV yang dapat menemukan beberapa uraian jalur penghubung antara sumber dan tujuan dalam setiap penemuan rute. Jika dalam satu atau lebih node intermediate umum yang dihubungkan dengan dua jalan antara sumber dan tujuan, maka seharusnya akan terdapat dua jalur balik dan dua jalur menuju tujuan. Namun dalam penelitian sebelumnya [3] analisis kinerja dari protokol routing AOMDV ini masih dalam bentuk simulasi sehingga hasil yang diperoleh dari simulasi ini belum tentu sesuai dengan kenyataan yang ada.

Penelitian ini sudah tidak lagi dilakukan dengan menggunakan simulasi namun sudah dalam bentuk eksperimen di lapangan dengan perangkat komunikasi seperti modem radio frekuensi VHF dan PC.

## II. PERANCANGAN SISTEM

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai Gambaran sistem secara umum, rancangan umum sistem, rancangan protokol dan metode pengujian. Sebelum dilakukan perancangan protokol perlu diketahui terlebih dahulu Gambaran sistem secara umum.

### A. Gambaran Umum Sistem

Sistem komunikasi yang akan dibangun merupakan sistem komunikasi untuk kapal laut berbasis data yang dikirimkan melalui kanal Very High Frequency(VHF). Data dikirimkan dalam bentuk pesan-pesan. Pengiriman pesan data pada jaringan ad hoc membutuhkan protokol untuk mengatur aliran data sehingga data yang sampai ke

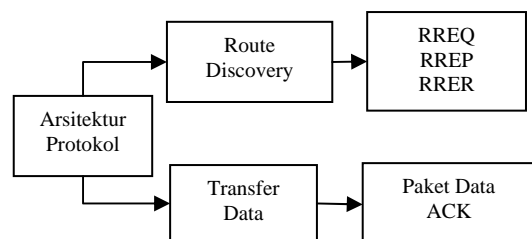
tujuan dalam kondisi baik. Sistem terdiri dari dua bagian utama, yaitu Gateway dan Mobile Station dianggap sebagai *node*.

Untuk dapat melakukan komunikasi data maka diperlukan sebuah terminal komunikasi data dan sebuah modem yang berfungsi merubah data digital menjadi sinyal analog untuk dapat dikirimkan melalui radio komunikasi suara yang sudah ada. Terminal komunikasi data dapat berupa sebuah perangkat berbasis mikrokontroler dan dapat pula berupa sebuah komputer kecil yang didesain untuk tahan terhadap guncangan. Untuk perangkat modemnya pada penelitian ini akan dipergunakan sebuah modem KYL 600 L. Modem ini telah terintegrasi dengan radio sehingga memudahkan penggunaan. Ukuranya yang hanya 70x46x12mm dan berat 180g sehingga lebih fleksibel.

### B. Arsitektur Protokol Routing

Protokol routing yang digunakan adalah protokol routing AOMDV (Ad-hoc On Demand Multipath Distance Vector)[3]. Arsitektur protokol terdiri dari dua bagian yaitu protokol untuk inisiasi tabel routing dan protokol untuk transfer data. Secara keseluruhan arsitektur protokol terdiri dari lima tipe pesan yang memiliki peran dan fungsi masing-masing. Suatu *node* ketika menerima pesan rute, maka *node* tersebut akan mengupdate tabel routingnya sesuai pesan yang diterima.

*Node* akan menerima pesan dari *node* tetangga yang memiliki *sequence number* yang lebih besar.



Gambar 1. Arsitektur Protokol

Selain itu, *node* tidak akan menerima pesan dari *node* tetangga yang memiliki nilai *advertised hop count* lebih kecil. *Field Advertised Hop Count* digunakan untuk menerima pesan dari banyak *node* sehingga terbentuk banyak rute[3].

Tabel 1. Format tabel routing[3]

Advertised hop count
Destination
sequence Number
Nex hop
Hop Count
Time Out

#### 1. Pesan *Route request* (RREQ)

Pesan *Route request* digunakan untuk menemukan rute menuju alamat yang dituju. Pesan RREQ bersifat broadcast dan flooding ke jaringan. Ketika suatu *Node* mengirimkan pesan, maka *node* tersebut membutuhkan rute untuk menyampaikan pesan tersebut. Untuk mencari rute pengiriman ke *node* tujuan, *node* tersebut membanjirkan pesan *route request* ke *node* tetangga. Proses pembanjiran pesan *route request* akan berhenti ketika pesan *route request* diterima oleh *node* tujuan atau TTL sama dengan 7. Nilai TTL threshold maksimal adalah 7[4]. *Node* yang menerima pesan *route request* akan mengupdate tabel routingnya sendiri. Update tabel routing digunakan untuk memperbaharui informasi rute yang ada pada *node* tersebut. Dengan diterimanya pesan *route request*, maka akan terbentuk *reverse path*.

#### 2. Pesan *Route Reply* (RREP)

Pesan *route reply* (RREP) merupakan pesan balasan dari pesan *route request* (RREQ). Ketika *node* tujuan menerima pesan *route request*, maka *node* tujuan akan membalas dengan membanjirkan pesan *route reply* (RREP). *Node* yang menerima pesan *route request* akan mengupdate tabel routingnya sendiri. Dengan diterimanya pesan *route request*, maka akan terbentuk jalur *forward path*.

#### 3. Pesan *Route Error* (RREr)

Pesan *route error* berfungsi untuk memberitahu *node* sebelumnya bahwa terdapat *error* pada rute yang dituju. Ketika suatu *node* yang telah mengirim data tidak menerima balasan berupa pesan ACK, maka *node* tersebut akan mengirim pesan *route error*. Namun sebelumnya *node* tersebut harus memeriksa tabel routingnya terlebih dahulu. Ketika didalam tabel routenya terdapat *node* lain dengan alamat *node* tujuan dan sumber yang sama maka *node* tersebut akan mengirim ulang pesan ke *node* lainnya yang ada pada tabel routing.

#### 4. Paket Data

Paket ini digunakan untuk membungkus data agar sampai pada alamat yang dituju. Data ditempatkan pada bagian payload. Besarnya payload bergantung pada jenis data yang digunakan. Data akan dikirimkan sesuai jalur yang sudah terbentuk pada proses pesan *route replay*. Jadi *node* hanya akan menerima paket data jika *node* sesuai dengan *node* yang ada di jalur. Paket data akan diteruskan sampai paket data diterima *node* tujuan. Ketika paket data diterima, maka isi pesan akan dihitung nilai FCSnya. Jika FCS yang dikirimkan sama dengan FCS yang dihitung maka data diterima dengan baik. Jika tidak maka pesan dinyatakan hilang.

#### 5. Pesan *Acknowledgement* (ACK)

Pesan ini digunakan untuk menyampaikan pesan ke *node* pengirim bahwa pesan yang dikirimkan telah diterima dengan baik. Ketika *node* menerima paket data, *node* akan memeriksa nilai FCS yang ada pada frame paket data. Ketika nilai FCS yang dikirimkan sama dengan FCS hasil perhitungan, maka *node* penerima mengirimkan ACK balik ke pengirim. Jika nilai FCS tidak sama maka ACK tidak dikirim. Pesan akan dinyatakan hilang dengan sendirinya saat ACK tidak diterima melebihi waktu time out.

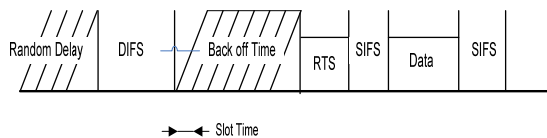
### C. Arsitektur Protokol Akses Jamak

Dalam sistem yang dibuat, protokol akses jamak yang dipakai adalah *Distributed Coordination Function* (DCF). Dalam protokol routing yang dibangun, suatu *node* tidak tahu siapa yang akan menerima pesan rute nya karena semua *node* memiliki hak yang sama menerima pesan rute. Oleh karena itu dalam sistem yang dibuat, pesan CTS dihilangkan untuk memperkecil jumlah pesan yang beredar. Jika *node* menerima pesan RTS, hal ini menandakan bahwa kanal akan dipakai sehingga *node* yang menerima pesan RTS akan diam selama 1 detik. Besarnya nilai 1 detik ini berdasarkan bitrate modem yang dipakai dan panjang rata-rata pesan yang dipakai adalah 150 karakter. Dengan panjang 150 karakter, modem yang dipakai dapat memprosesnya selama 1 detik.

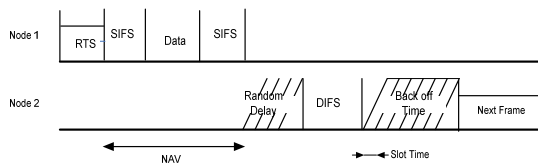
Sebelum mengirimkan pesan, *node* akan di delay sebesar nilai *Distributed Interframe space*(DIFS). Nilai DIFS didapatkan dari jumlah dua kali *slot time* ditambahkan *Short Interframe Space*(SIFS)[5]. SIFS merupakan selisih waktu antara bit terakhir yang dikirimkan dengan bit pertama yang akan diterima. Sedangkan *slot time* merupakan waktu yang dipakai dalam algoritma backofftime. Nilai dari timeslot dihasilkan dari nilai SIFS ditambahkan waktu yang dibutuhkan perangkat untuk mendeteksi kanal dalam keadaan sibuk[5]. Nilai SIFS didapatkan dari waktu yang dibutuhkan *node* untuk menerima pesan ACK setelah mengirimkan pesan. Dengan demikian nilai SIFS sebesar 1 detik, *slot time* sebesar 2 detik dan DIFS 5 detik.

Setelah waktu DIFS habis, *node* akan masuk dalam proses backoff time. perangkat *node* akan mendengarkan kanal terlebih dahulu. Jika kanal kosong maka data akan ditransmit namun jika penuh maka *node* akan menunggu selama nilai random antara nol dan timeslot. Ketika waktu delay habis, maka *node* kembali mendengarkan kanal. Jika kosong maka data akan langsung ditransmit, namun jika penuh maka nilai delay random sama dengan dua kali timeslot sebelumnya. Begitu selanjutnya sampai nilai timeslot sama dengan 64 detik.

Ketika dua *node* atau lebih menerima data secara bersamaan, maka kemungkinan tabrakan data sangat besar karena nilai DIFS masing masing *node* sama oleh karena itu dalam sistem yang dibuat ditambahkan sistem delay random yang ada pada protokol CSMA p-persistent[6]. Ketika *node* menerima pesan, *node* tersebut akan didelay sebesar random delay. Setiap pesan memiliki nilai probabilitas yang berbeda-beda. Untuk pesan rute = 0,5, pesan error=0,3 dan pesan data= 0,7. Jika nilai random kurang dari atau sama dengan nilai probabilitas pesan, maka *node* akan langsung masuk kedalam proses delay DIFS. Jika nilai random lebih dari probabilitas pesan, maka *node* akan didelay sebesar 0,5 detik. Setelah itu *node* akan mengambil nilai random lagi. Begitu seterusnya sampai nilai random kurang dari nilai probabilitas atau nilai delay yang sudah dilakukan sama dengan delay DIFS.



Gambar 2. Alokasi Delay



Gambar 3. Proses Delay

## D. Implementasi Protokol

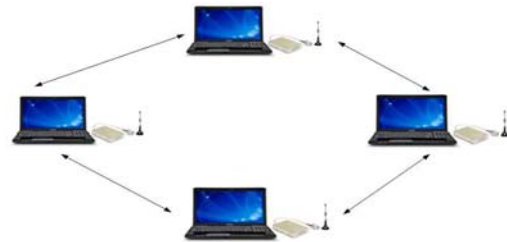
Sistem yang telah dibuat diimplementasikan kedalam perangkat seperti Laptop atau Personal Computer (PC). Setiap *node* terdiri dari Laptop atau PC dan perangkat radio. Protokol yang telah dibuat diimplementasikan kedalam perangkat tersebut dan program ini dijalankan didalam perangkat komputer dan tersambung dengan perangkat radio. Program dapat berfungsi sebagai pengirim maupun penerima. Pada tesis ini perangkat radio yang dipakai adalah modem bertipe KYL-600L yang bekerja pada frekuensi 153,8 MHz, daya pancar 1 watt dan gain antena 4 dBi serta memiliki bitrate sebesar 1200 bps. Modem dan terminal terhubung melalui komunikasi serial RS232 dengan protokol UART.

## E. Konfigurasi Peralatan Pengujian

Sistem yang telah dirancang diuji dengan konfigurasi peralatan pengujian seperti Gambar 4. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian unjuk kerja protokol routing dan protokol akses jamak. Untuk pengujian protokol akses jamak dilakukan di

laboratorium B406 sedangkan pengujian protokol routing dilakukan di lingkungan kampus ITS.

Pertama, *node* 1 akan mengirimkan pesan ke *node* 2 yang ada di daerah jangkauan *node* 1. Kedua, *Node* 1 akan mengirim pesan ke *node* 4 yang berada diluar jangkauan *node* 1 melalui *node* 2. Ketiga, jumlah *node* akan ditambah menjadi empat *node* sehingga terdapat satu *node* perantara lagi. Keempat, *node* 1 akan mengirimkan pesan ke *node* 4, namun *node* 2 bergerak menjauhi jangkauan *node* 2 atau *node* 3, hal ini untuk menguji protokol routing apakah dapat memilih jalur lain ketika terjadi *route error*. Dimana pergerakan dari *node* ini dilakukan dengan kecepatan 10 Km/jam.



Gambar 4. Konfigurasi pengujian empat *node*

## F. Parameter-parameter QoS

### 1. Packet Delivery Ratio

Menurut[7], packet delivery ratio dihitung dengan membagi jumlah paket yang diterima oleh tujuan berbanding paket yang dikirim pada layer aplikasi dari sumber (contoh: constant Bit Rate /CBR). Ini menunjukkan tingkat packet loss, yang membatasi throughput maksimum dari jaringan. Semakin baik delivery ratio, semakin bagus suatu protocol routing. Dapat dirumuskan pada persamaan 1:

$$PDR = \frac{\sum \text{Paket data yang diterima}}{\sum \text{Paket data yang dikirim}} \times 100 \% \quad (1)$$

### 2. Throughput

Throughput (pesan/detik) adalah jumlah total paket data yang dikirim dibagi waktu durasi transmisi[8]. Dalam hal ini, dievaluasi throughput yang dapat dicapai dengan menggunakan protocol routing AOMDV. Secara matematis dituliskan pada persamaan 2:

$$\text{Throughput} = \frac{\sum \text{Paket data yang diterima}}{\text{waktu simulasi}} \quad (2)$$

### 3. Average End-to-end Delay

Average end – to – end delay (dalam detik) adalah waktu rata –rata suatu paket data untuk mencapai tujuan. Parameter ini dihitung dengan mengurangi waktu pertama kali paket sampai di tujuan dengan waktu pertama kali paket dikirim. Hal

ini dapat disebabkan penyimpanan paket di buffer selama proses pencarian rute, antrian paket untuk masuk ke suatu interface, delay re-transmisi pada MAC, waktu propagasi dan transfer. Parameter ini penting dalam memahami delay yang terjadi pada waktu pencarian rute. Kondisi ini dapat dirumuskan pada persamaan 3:

$$\text{End-to-end delay} = t_{\text{terima}} - t_{\text{kirim}} \quad (3)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

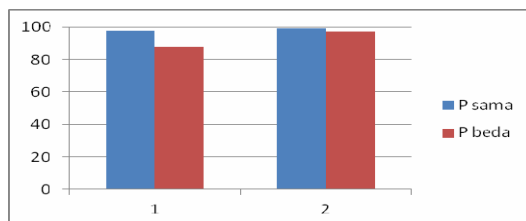
#### A. Pengujian Unjuk Kerja Protokol Akses Jamak

Pengujian dilakukan dengan mengirimkan pesan secara bersamaan dengan nilai  $p$  tertentu. Pengiriman paket data dilakukan sebanyak 100 kali. Setiap *node* mengirimkan paket data setiap 1 menit sekali.

##### 1. Pengujian Tabrakan Data 2 Node

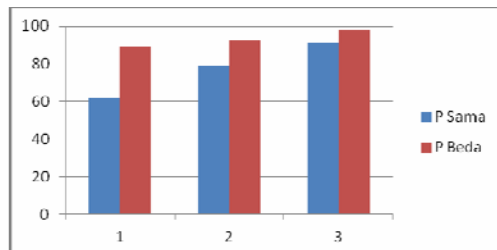
Gambar 5 menunjukkan dengan nilai  $p$  sama dari pengiriman 100 kali, data yang tidak terkirim dari *node* 1 sebanyak 2 kali, sedangkan *node* 2 sebanyak 12 kali. Ketika salah satu atau kedua data dari *node* tidak sampai di penerima diakibatkan oleh delay dari masing-masing *node* sama atau selisih kurang dari 0,2 detik. Ketika kedua data diterima oleh penerima, delay yang dialami kedua *node* berbeda kurang lebih 0.5 detik.

Pada pengujian dengan nilai  $p$  berbeda, nilai  $p$  dari masing-masing *node* dibedakan menjadi 0.3 dan 0.5. Pada protokol yang dibuat, nilai probabilitas 0.3 untuk pesan *error* dan 0.5 untuk tipe pesan rute. Pada gambar 5 menunjukkan peningkatan paket data yang diterima.



Gambar 5. Grafik Tabrakan data dua node

##### 2. Pengujian Tabrakan Data 3 node



Gambar 6. Grafik tabrakan data tiga node

Pada pengujian dengan nilai  $p$  berbeda, 3 *node* mengirimkan data secara bersamaan dengan nilai probabilitas yang berbeda. *Node* 1 memiliki nilai  $p=0.3$ ,  $p$  *node* 2  $=0.5$ , dan  $p$  *node* 3  $=0.7$ . Pada protokol yang dibuat, nilai  $p=0.7$  untuk pesan data. Pesan data memiliki nilai  $p$  yang lebih besar karena pesan data lebih diutamakan dari pada tipe pesan yang lainnya.

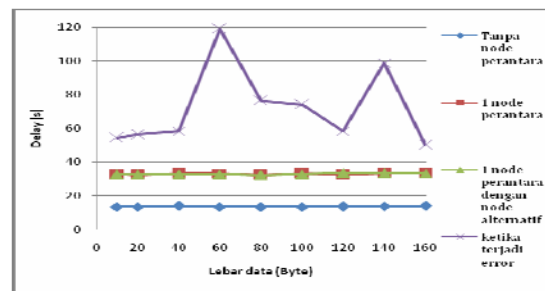
Gambar 6 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan penerimaan paket data yang dikirim masing-masing *node*. Data yang dikirim *node* 1 diterima sebanyak 90 kali, *node* 2 sebanyak 92 kali, dan *node* 3 sebanyak 98 kali.

#### B. Pengujian Unjuk Kerja Protokol Routing

Pada pengujian paket data diisi dengan karakter "U". Satu karakter besarnya setara dengan 1 Byte. Pada tabel ASCII karakter U memiliki nilai hexa 55 atau biner 01010101. Karakter U merupakan karakter yang paling sulit di deteksi [7]. Besarnya paket data disesuaikan dengan panjang sms yaitu maksimal 160 Byte.

##### 1. Pengujian Waktu Kirim

Pada gambar 7 menunjukkan perbandingan nilai end-toend delay masing-masing pengujian. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semakin banyak node maka semakin besar delay. Pada setiap pengujian nilai delay yang didapatkan sangat bervariasi. Hal ini dikarenakan pada saat node akan mengirimkan data, node mendapatkan nilai random yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa skema yang digunakan mampu mengurangi resiko tabrakan data ketika masing-masing node sama-sama mendeteksi bahwa kondisi kanal sedang kosong.

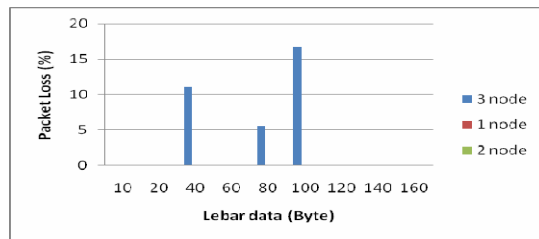


Gambar 7. Perbandingan End-end-Delay

##### 2. Pengujian Paket loss

Pada gambar 8 menunjukkan besarnya packet loss pada masing-masing pengujian. Packet loss terjadi pada pengujian melalui node perantara dengan node alternatif. Packet loss terjadi akibat masing-masing node yang menerima pesan secara bersamaan memiliki nilai random yang sama. Selain itu, packet loss bisa diakibatkan kesalahan pem-

bacaan header atau footer pada pesan yang dikirimkan. Kesalahan pada header atau footer menyebabkan program tidak mengenali tipe pesan tersebut atau pesan tersebut dianggap bukan pesan VmeS.



Gambar 8. Packet Loss

### Perubahan Tabel routing

Pada tabel 3 menunjukkan bahwa protokol yang dibangun dapat mencari rute alternatif. Pada pengujian melalui node perantara dengan node alternatif, node 1 memiliki alamat *next hop* lebih dari satu yaitu node 3 dan node 4. Ketika terjadi *error*, node 1 akan mengirim ulang pesan ke *next hop* selain node yang telah dikirim paket data.

Tabel 2

	Node1		Node2		Node3		Node4	
Advertised Hop count	2	2	1	1	1	1	2	2
Destination	4	4	1	4	1	4	1	1
Sequence Number	4	4	2	2	2	2	4	4
Next Hop	3	2	1	3	1	4	2	3
Hop Count	2	2	1	1	1	1	2	2

## IV. KESIMPULAN

Dari hasil implementasi dan pengujian didapatkan bahwa protokol routing yang dibangun dapat mencari beberapa rute alternatif untuk mengatasi masalah ketika terjadi rute yang rusak sehingga node pengirim tidak perlu membangun rute mulai dari awal lagi. Protokol yang dibangun juga dapat berjalan dengan kondisi keterbatasan jumlah kanal hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian *packet loss* pengiriman data melalui satu node perantara dan tanpa node perantara pada payload 10B sampai 160B *packet loss* 0%, Sedangkan untuk pengiriman melalui node perantara dengan node alternatif memiliki *packet loss* maksimal sebesar 16,7%. Nilai delay pengiriman paket data sangat bervariasi dikarenakan nilai delay sangat bergantung pada nilai hasil random sehingga dapat disimpulkan skema yang dibangun dapat mengurangi tabrakan data ketika masing-masing node sama-sama mendeteksi bahwa kondisi kanal sedang kosong. Hasil pengujian waktu kirim menunjukkan bahwa sistem yang dibangun hanya sesuai digunakan untuk pengiriman data prioritas rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hakayama, S.Kurosawa, A.Jamalipour, Y. Nemoto, and N.Kato, "A Dynamic Anomaly Detection Scheme for AODV-Based Mobile Ad Hoc Networks", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.58, No.5, June 2009, PP.2471-2481
- [2] E.Meok, Nixon, "Pengembangan Routing Protocol untuk Gateway Ad Hoc Wireless Networks", Master Tesis JTE FTI-ITS, 2009
- [3] Y. Yuan, H. Chen, and M. Jia, "An Optimized Ad hoc On-demand Multipath Distance Vector (AOMDV) Routing Protocol", Asia-Pacific Conference on Communications, Perth, Western Australia, 3 - 5 October 2005 IEEE, PP.569-573
- [4] Perkins, C., Belding-Royer E., Das S, "Ad-Hoc On Demand Distance Vector (AODV)", 1999
- [5] IEEE 802.11a Part 11, "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: High-Speed Physical Layer in the 5GHz Band", 2007
- [6] Hyo S.K., Sugoog Shon, Sung K.C., "A Simulation Study of P-Persistent CSMA-CA for IEEE 802.15.4 LR-WPAN", 2007
- [7] David Oliver Jörg (2003) "Performance Comparison Of MANET Routing Protocols In Different Network Sizes", Computer Science Project, University of Berne, Switzerland, 2003
- [8] A. Al-Maashri and M. Ould-Khaoua, "On the Topological Properties of the Arrangement-star Network", *Journal of Systems Architecture*, Vol. 48/11-12, 2003, pp 325 – 336
- [9] Street, M. D., and Szczucki, F., "Wireless communications architecture (land): scenarios, requirements and operational view," NATO C3 Agency, Tech. Note 1246, Dec. 2006
- [10] Imantaka A., "Rancang Bangun Layanan SMS Pada Teknologi VmeS Untuk Sistem Komunikasi Kapal Laut", Tugas Akhir JTE FTI-ITS, Juni 2010

### [CV Penulis]

Mukminatun Ardaizi, Menyelesaikan program sarjana S1 di jurusan teknik elektro IT Telkom 2009, Kemudian mengambil program magister di Teknik Elektro ITS /Telkomunikasi Multimedia tahun 2011.

Achmad Affandi, Menyelesaikan program sarjana S1 di jurusan teknik elektro ITS, Kemudian mengambil program magister dan Doktor di perancis.





# ANALISIS PERENCANAAN COVERAGE AREA WiFi 802.11 G DI DALAM PESAWAT UDARA PESAWAT BOEING 737-900 ER

<sup>1</sup>Puji EdrianySantoso <sup>2</sup>UkeKurniawan Usman <sup>3</sup>Tengku A. Riza

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Elektro dan Komunikasi – Institut Teknologi Telkom Jln. Telekomunikasi  
Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

<sup>1</sup>edrianypuji@hotmail.com <sup>2</sup>uke@ittelkom.ac.id <sup>3</sup>tka@ittelkom.ac.id

## Abstrak

Perkembangan teknologi telah meningkatkan kebutuhan akan koneksi internet kapanpun dan dimanapun, salah satunya adalah ketika berada di dalam penerbangan menggunakan pesawat udara. Sayangnya, kondisi ketika penerbangan berlangsung pada umumnya merupakan salah satu kondisi dimana *user* tidak diperkenankan untuk mengakses internet. Meskipun beberapa maskapai penerbangan luar negeri telah menyediakan fasilitas untuk mengakses internet selama penerbangan berlangsung, belum semua pesawat terinstalasi teknologi ini, termasuk pesawat dengan tipe Boeing 737-900ER yang merupakan salah satu tipe pesawat dengan daya angkut yang besar dan banyak digunakan oleh maskapai penerbangan saat ini.

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan melakukan instalasi teknologi *WiFi* di dalam kabin penumpang. Sebagai langkah awal dari solusi tersebut, pada tugas akhir ini dianalisis perencanaan coverage area *WiFi* 802.11g yang bekerja pada frekuensi 2.4GHz pada pesawat udara Boeing 737-900 ER yang mencakup penentuan jumlah banyak sel, luas sel, jari-jari sel, kapasitas user dari setiap sel, lokasi penempatan *access point* dan frekuensi kerja yang digunakan. Dalam prosesnya dilakukan simulasi menggunakan *software* RPS (*Radio Propagation Simulation*) dengan model propagasi indoor yang digunakan adalah COST 213 Multiwall.

Dari hasil perhitungan *capacity planning*, *link budget* serta analisa simulasi yang telah dilakukan didapatkan 2 *access point* yang dibutuhkan untuk mengcover area kabin penumpang. Hasil analisa simulasi menunjukkan lokasi-lokasi terbaik untuk penempatan *access point* yaitu pada panel bagasi di atas row 9 sebelah kanan dan panel bagasi di atas row 30 sebelah kiri pada pesawat. Pada posisi-posisi tersebut dihasilkan *coverage* rata-rata sebesar 57.96dBm, SIR rata-rata sebesar 55.41, area yang tercover diatas -72dBm sebesar 84% serta  $SIR \geq 25dB$  sebesar 80%. Jarak antara *access point* agar bekerja maksimal dalam mengcover area cabin adalah 12m. Pada jarak tersebut diperoleh sinyal terima di atas -72 dBm dan  $SIR \geq 25dB$  dengan rasio 88%. Pelebaran jarak antara *access point* akan menurunkan kualitas sinyal terima namun memperbesar rasio persentase dari  $SIR \geq 25dB$ .

KATA KUNCI : Coverage, WiFi, Pesawat, Boeing 737-900 ER

## 1. PENDAHULUAN

*WiFi* adalah kependekan dari *Wireless Fidelity* memiliki pengertian yaitu sekumpulan standar yang digunakan untuk Jaringan Lokal Nirkabel (*Wireless Local Area Networks* - WLAN) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11.

Awalnya *WiFi* ditujukan untuk penggunaan perangkat nirkabel dan Jaringan Area Lokal (LAN), namun saat ini lebih banyak digunakan untuk mengakses internet. Hal ini memungkinkan seseorang dengan komputer dengan kartu nirkabel (*wireless*

*card*), *personal digital assistant* (PDA), *smartphone*, *tablet* dan perangkat-perangkat lain yang telah dilengkapi dengan *wireless card* untuk terhubung dengan internet dengan menggunakan titik akses (atau dikenal dengan *hotspot*) terdekat.

WiFi 802.11g adalah standard yang menggunakan frekuensi 2.4GHz mampu mentransmisi 54 Mbps bahkan dapat mencapai 108Mbps bila terdapat inisial G atau turbo. Untuk *hardware* pendukung, 802.11 g paling banyak dibuat oleh *vendor*. Secara teoritis mampu mentransfer data kurang lebih

20Mbit/s atau 4 kali lebih baik dari tipe b dan sedikit lebih lambat dari tipe a. Karena menggunakan carrier seperti tipe b dengan 2.4Ghz, untuk menghadapi gangguan frekuensi maka ditempatkan sistem OFDM. [7]

Untuk membangun jaringan WiFi di dalam pesawat udara, berikut adalah perangkat yang di butuhkan : [1] [9] [13]

1. Air Planne Internet Access Antenna
2. Air plane WiFi Network Access Point
3. Computer/WiFi enabled device
4. Air-to-ground wireless data connection (satellite or EVDO)
5. Ground Internet service provider

## 2. Propagasi Jaringan Indoor

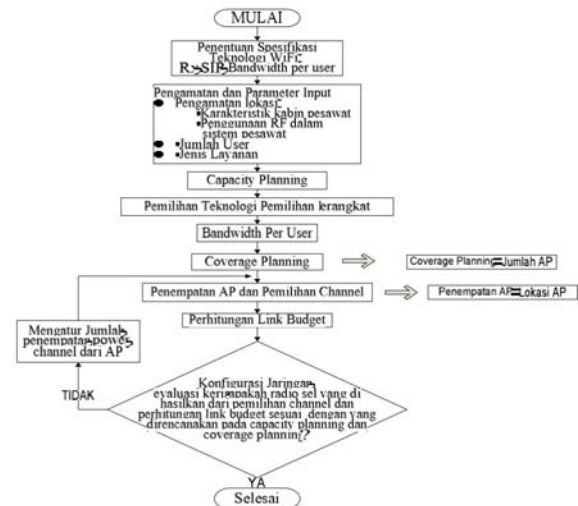
Model propagasi radio adalah aspek yang relatif lebih rumit dalam perencanaan jaringan *wireless*. Karakteristik propagasi akan sangat di pengaruhi oleh faktor-faktor seperti *layout* gedung, *funiteur*, peralatan, pintu/jendela dan bahkan kehadiran manusia. Dalam kaitannya dengan propagasimultipath, variasi penghalang *mobilitas user* dan perubahan jarak, maka karakteristik propagasi akan perubahan pula. Model propagasi RF digunakan untuk merencanakan suatu model yang bisa memprediksikan sinyal *coverage access point* yang akan ditempatkan di berbagai lokasi.

Pada penelitian ini model propagasi yang digunakan adalah model Multi-wall COST 231. Pada model ini semua wall yang memotong jalur penyinaran langsung antara transmitter dan receiver di pertimbangan dan untuk setiap material dari dinding atau partisi di pertimbangan berdasarkan tipe materialnya masing- masing. [6]

$$L_T = L_F + L_C \sum_{i=1}^W n_{Wi} L_{Wi} + n_f \left[ \frac{n_f + 2}{n_f + 1} - b \right] L_f$$

## 3. Diagram Alir Proses Perencanaan Jaringan WiFi 802.11g

Pada penelitian ini dilakukan perencanaan jaringan WiFi802.11g yang menggunakan frekuensi 2.4 GHz di dalam pesawat udara Boeing 737-900ER. Berikut adalah diagram alir proses perencanaan yang dilakukan terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Perencanaan Jaringan WiFi802.11 g

## 4. Spesifikasi Wifi802.11 g

Penelitian ini dimulai dengan penentuan spesifikasi dari teknologi Wifi802.11g yang ingin diinstalasi pada kabin pesawat Boeing 737-900 ER.

Tabel 1. Spesifikasi Teknologi WiFi802.11 g yang Ingin Diinstalasi pada Kabin Boeing 737-900 ER.

Paramater	Nilai
Carrier Frequency	2.4 GHz
Received Signal strength (Rx)	Di atas -72 dBm
Signal to Interference (SIR)	Di atas 25dB
Bandwidth per User	Di atas 255 Kbps

Wifi802.11g mampu memberi *throughput* maksimal 54 Mbps dengan menggunakan modulasi 64QAM3/4. Pada saat menggunakan modulasi

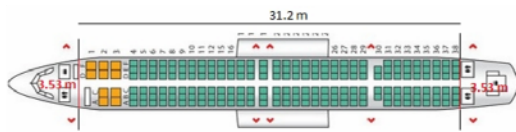
64QAM3/4 ini *received signal strength* minimal adalah sebesar -72 dBm dan SIR minimal adalah sebesar 25dB [3][12]. *Bandwidth per user* ditentukan sebesar 255 Kbps, *bandwith* ini cukup bagi setiap user untuk menggunakan layanan-layanan , seperti yang terlihat pada table 3.

## 5. Spesifikasi Kabin Boeing 737-900 ER

Pada kabin pesawat terbang Boeing 737-900 ER adalah lokasi dimana perencanaan teknologi WiFi802.11g akan diperuntukkan. [10], seperti yang terlihat pada tabel 2 dan gambar 2

**Tabel 2. Karakteristik Kabin Boeing 737-900 ER**

Jenis Pesawat	Boeing 737-900 ER
Panjang kabin ( <i>passenger seat room only</i> )	± 31.2 meter
Lebar kabin	± 3.53 meter
Tinggi kabin	± 2.2 meter
Kelas	bisnis, ekonomi
Jumlah kursi Bisnis	10 kursi
Jumlah kursi Ekonomi	210 Kursi
Material;	
• Dinding dan panel:	Plastik
• Kursi :	Besi, tekstil
• Jendela :	Glass
• Lantai :	Karpet



**Gambar 2. Peta Interior Kabin Pesawat Boeing 737-900ER [8]**

Estimasi jumlah *user* yang diharapkan dapat dilayani pada perancangan jaringan *WiFi 802.11g* pada pesawat Boeing 737-900ER adalah sebanyak 60% dari jumlah potensial *user*. Dimana potensial *user* ditentukan sebesar 70% dari jumlah seluruh kursi penumpang. Diprediksikan tidak semua penumpang dalam penerbangan menggunakan layanan koneksi internet selama penerbangan, namun dengan catatan bahwa seluruh penumpang kelas bisnis sebanyak 10 orang diestimasikan menggunakan layanan internet.

Jenis-jenis layanan yang pada perencanaan jaringan *WiFi 802.11g* ini adalah mencakup layanan data, suara dan video, seperti yang terlihat pada table 3 berikut ini :

**Tabel 3. Jenis Layanan Internet dan Besar Data serta Transfer Rate yang Dibutuhkan.**

Jenis Layanan	Besar Data	Transfer Rate ( Kbps )
Email	1-10 KB	5
Download/Upload data	1-10 KB	10
Streaming Audio	12 MB	60
Streaming video	24 MB	240
Teleconferencing	50 MB up and downstream	256
Barcode scanning	20 KB	10

## 6. Capacity Planning

Dalam menentukan kapasitas jaringan *WirelessLAN*, akan ditentukan *throughput* per *user* sebagai *trade off* dalam memberikan suatu kualitas pelayanan pada *user*.

Berikut perhitungan *capacity planning* pada kabin pesawat Boeing 737-900ER:

Kapasitas *User* : 220 orang (Jumlah kursi penumpang pada *cabin* Boeing 737-900 ER )

Potensial *User* : 176 orang (80% asumsi potensial *user* dari kapasitas *user*)

Estimasi *User* : 106 orang (60% asumsi estimasi *user* dari potensial *user*)

Sehingga % *user planning* yang aktif adalah =

$$\frac{106}{220} \times 100 = 48\%$$

## 7. Coverage Planning

Setelah diketahui jumlah *user*, besar *bandwidth per user*, dan serta telah ditentukan teknologi yang digunakan untuk membangun jaringan *WiFi 802.11g* di dalam pesawat Boeing 737-900ER, maka pada subab ini kita melakukan perhitungan jumlah *access point* yang dibutuhkan serta menggambarkan rencana pemetaan dari *coverage* tiap-tiap *access point* seperti yang digambarkan oleh gambar 3.

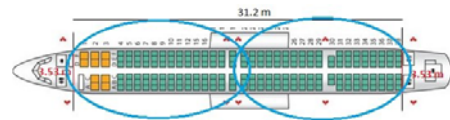
Dengan menggunakan persamaan , maka didapatkan jumlah *access point* yang diperlukan adalah:

$$NAP = \frac{BW_{User} \times N_{User} \times \%Activity}{\%Efficiency \times Baseline Association Rate per AP}$$

Bandwidth User : 255 Kbps  
 Jumlah User : 220  
 % Activity / User : 48 %  
 Efficiency Jaringan : 50%  
 Baseline Associated Rate / AP : 36 Mbps

$$NAP = \frac{0.255 Kbps \times 220 \times 0.48}{0.5 \times 36 Mbps} = 1.4964 \approx 2 \text{ AP}$$

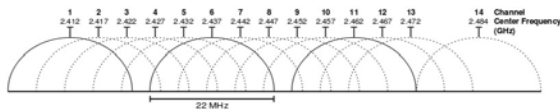
Dari hasil perhitungan dibutuhkan 2 buah *access point* untuk bisa menampung jumlah *user* yang di estimasikan.



**Gambar 3. Perencanaan Coverage Area di Dalam Cabin Boeing 737-900 ER**

## - Penempatan Access Point dan Pemilihan channel

Tujuan dari alokasi *channel* adalah untuk mengurangi interferensi diantara sel yang masuk kedalam range interferensi lainnya. Jumlah channel yang non interferensi yang tersedia tergantung dengan teknologi yang digunakan. Untuk teknologi WiFi dengan standar 802.11g yang menggunakan frekwensi 2.4 GHz terdapat 3 *channel* yang merupakan *nonoverlappingchannel* yaitu *channel* 1, 6 dan 11., sepeerti yang terlihat pada gambar 4



Gambar 4. 802.11b/g Channels in 2.4 GHz Band [6]

Pada tahap ini dilakukan suatu penempatan antenna dan *access point* indoor pada posisi yang tepat di dalam cabin pesawat sehingga memenuhi target dan tujuan perencanaan yaitu mendapatkan nilai  $R_x$  level sinyal wifi pada seluruh komitmen area yang seragam dan memenuhi standar yaitu diatas -72 dBm. Selain itu dilakukan juga penempatan perangkat-perangkat jaringan indoor lainnya seperti *on-board service* dan antenna luar yang terhubung ke satelit, seperti yang terlihat pada gambar 5 berikut ini :



Gambar 5. Perencanaan Penempatan Access Point Sementara

## 8. Perhitungan Link Budget

Langkah berikutnya adalah menentukan jumlah dan penempatan *access point* untuk memastikan area yang ingin dilayani tercover secara keseluruhan dengan menggunakan perhitungan *link budget*. *Link budget* adalah metode untuk memperhitungkan seberapa jauh cakupan suatu *cell*. Dalam menentukan panjang jari-jari dari *coverage* sebuah *access point* perlu diketahui nilai MAPL (*Maximum Allowed Path Lost*) yaitu nilai propagasi maksimum yang diperbolehkan agar hubungan *user* dengan *access point* dapat berjalan baik.

Berikut perhitungannya:

$$\text{MAPL} = \text{EIRP} - \text{Margin} = S_{RX}$$

$$\text{EIRP} = P_{\text{Transmit}} - L_{\text{Saluran}} + G_{\text{Antena}}$$

$$L_{\text{Saluran}} = L_{\text{Cable}} + L_{\text{Connector}}$$

$$L_{\text{Saluran}} = (3 \times 0.068) + (6 \times 0.05) = 0.304 \text{ dB}$$

Margin = Fading Margin = 10 dB typical untuk WLAN

$S_{RX}$  = Sensitivitas Penerima = -72dBm pada 54Mbps

$$\text{MAPL} = P_{\text{Transmit}} - L_{\text{Saluran}} + G_{\text{Antena}} - \text{Margin} = S_{RX}$$

$$\text{MAPL} = 15 - 0.504 + 8.5 - 10 - (-72)$$

$$\text{MAPL} = 84.996 \text{ dB}$$

Setelah mendapatkan nilai MAPL, kita kemudian bisa mencari nilai *free space path loss* antara transmitter dan receiver (PLFS) menggunakan persamaan model propagasi COST 213 Multiwall

$$P_{L(d)} = P_{L_{FS}} + \sum k_{wi} L_{wi} + n^{\left\{ \frac{(n+2)}{(n+1)} \right\} b}_{L_f}$$

$$\text{MAPL} = P_{L(d)}$$

Mengingat lokasi pengukuran adalah cabin pesawat dengan karakteristik ruangan hanya berlantai satu, memiliki partisi yang merupakan pemisah antara kelas bisnis dan ekonomi, namun padat akan penghalang berupa kursi yang berderet-deret dan juga penumpang. Maka kursi-kursi dan penumpang yang menghalangi sampainya sinyal langsung antara *transmitter* dan *receiver* akan ikut dipertimbangkan. Untuk mengetahui jumlah penghalang antara *transmitter* dan *receiver*, dilakukan percobaan dengan meletakkan *transmitter* pada row nomor 3 (cabin kelas bisnis) dan *transmitter* pada titik terjauh yaitu kursi nomor 38A (cabin kelas ekonomi), seperti yang terlihat pada gambar 6 berikut ini:



Gambar 6. Ilustrasi posisi transmitter dan receiver

Gambar 6. memperlihatkan bahwa dinding pemisah antara kelas bisnis dan ekonomi tidak menghalangi sinyal langsung yang dikirim *transmitter* ke *receiver*. Namun terdapat 10 kursi berikut penumpang yang menjadi penghalang sinyal langsung dari *transmitter* ke *receiver*. Sehingga kita masukkan persamaan ;

$$\begin{aligned}
 PL_{(d)} &= PL_{FS} + (10 \times 3) \\
 PL_{(d)} &= PL_{FS} + 30 \\
 PL_{FS} &= PL_{(d)} - 30 \\
 PL_{FS} &= 84.996 - 30 \\
 PL_{FS} &= 54.996 \text{ dB} \\
 PL_{FS} &= 20 \log \left( \frac{4\pi r}{\lambda} \right) \\
 54.996 &= 20 \log \left( \frac{4 \times 3.14 \times r}{0.125} \right) \\
 54.996 &= 20 \log \left( \frac{12.56 r}{0.125} \right) \\
 r &= 5.59 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh jari-jari dari coverage WLAN, maka dapat ditentukan berapa jumlah *access point* yang diperlukan dengan menggunakan persamaan

$$\text{berikut: } NAP = \frac{CTotal}{CAccessPoint}$$

C Total : Total area yang akan dicover

C Access Point : Coverage untuk satu *access point* dengan power maksimum

$$C \text{ Total} = 31.2 \times 3.53 = 110.136 \text{ m}^2$$

$$C \text{ Access Point} = 2.6 \text{ m}^2$$

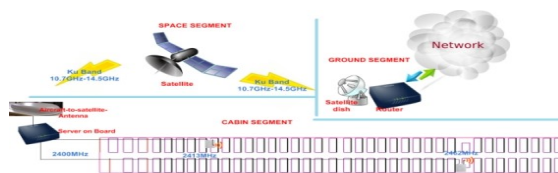
$$C \text{ Access Point} = 2.6 \times 5.76^2 \text{ m}^2$$

$$C \text{ Access Point} = 81.36 \text{ m}^2$$

$$NAP = \frac{110.136}{81.36} = 1.353 \approx 2 \text{ AP}$$

Dari hasil perhitungan *link budget* juga diperlukan 2 buah *access point* dan antenna untuk mengcover seluruh penumpang kabin pesawat Boeing 737-900 ER.

Rencana penempatan *access point* dan antenna hasil perhitungan di dalam kabin pesawat Boeing 737900 ER, seperti yang terlihat pada gambar 7 :



Gambar 7. Rencana Penempatan *Access Point* dan Antena Hasil Perhitungan di dalam Kabin Pesawat Boeing 737-900 ER.

## 9. Analisa Simulasi Percobaan

Setelah dilakukan simulasi dengan cara menggambarkan dena kabin lengkap dengan karakteristik-karakteristik materialnya menggunakan *software* PRS, maka diperoleh nilai parameter-parameter yang dicari. Hasil simulasi juga di-

perlihatkan dalam sebuah grafik yang merepresen-tasikan banyaknya sampel yang mendapatkan sinyal dari seluruh sampel yang ada. Tabel 4 merupakan karakteristik material di dalam kabin Boeing 737900ER yang digunakan dalam simulasi ini.

Tabel 4. Karakteristik Material di Dalam Kabin Boeing 737-900ER

Layer	Material	$\epsilon_r$	Ketebalan (m)
Lantai	Karpet	1.32-j0.015	0.02
Orang	Orang	4-j-j0.2	0.25
Jok kursi ekonomi	Fabric	1.49-j0.1	0.08
Jok kursi bisnis	Fabric	1.49-j0.1	0.15
Dinding	Plastik	4-j0.1	0.1
Langit-langit	Plastik	4-j0.1	0.1

### - Percobaan-percobaan menggunakan 2 *Access point*

Percobaan-percobaan menggunakan 2 *access point* menggunakan *access point* Cisco AIRONET 1200 dan antenna AIR-ANT2485P-R dengan *gain* 8.5 dBi. Posisi penempatan antenna dan *access point* dilakukan dalam beberapa kali percobaan untuk menemukan posisi penempatan yang paling tepat.

### - Percobaan pertama

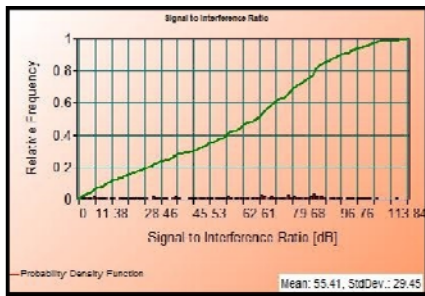
*Access point* pertama di letakkan pada titik 24,2.365,1.95 pada simulasi atau ditempelkan pada panel bagasi di atas row 9 sebelah kanan. *Access point* kedua ditempatkan pada titik -7,1.165,1.95 pada simulasi atau ditempelkan pada panel bagasi di atas row 30 sebelah kiri. Pada gambar terlihat pola penyebaran cakupan area *WiFi* dalam 2 dimensi. Meski hampir semua area penumpang mendapatkan kuat sinyal di atas -70 dBm masih terdapat 9 row yaitu row 17 sampai row 23 serta row 37 dan 38 yang mendapatkan kuat sinyal di bawah -72 dBm. Sinyal terburuk berada pada kursi nomor 20F dengan kuat sinyal terima hanya mencapai -85.18 dBm. Seluruh kelas bisnis pada percobaan ini tercover cukup baik. Kuat sinyal yang diperoleh adalah sekitar 75.05 dBm hingga -45 dBm. Hanya row pertama yang mendapat sinyal antara -75.05 sampai -72.35 dBm, sementara row 2 dan 3 pada kelas bisnis mendapat sinyanya diatas -72 dBm.





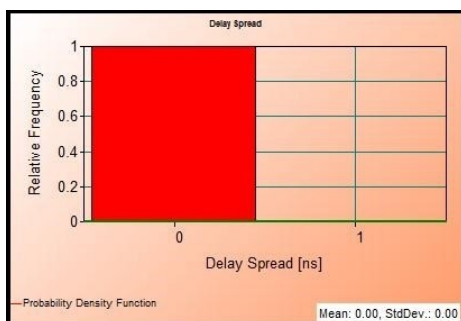
Grafik 1. Coverage

Grafik penyebaran jangkauan area WiFi diperlihatkan dalam grafik 1. Terlihat terdapat sekitar 16% sampel mendapat sinyal dibawah -72 dBm dari seluruh sampel yang ada. Rata-rata besar sinyal terima yang diperoleh dari seluruh sampel adalah -57.96 dBm. Besar sinyal terima yang paling banyak diterima oleh sampel adalah sebesar -55.81 dBm, yaitu diterima sekitar 3.5% dari seluruh jumlah sampel yang ada.



Grafik 2. Signal to Interference Ratio

Grafik perbandingan sinyal yang terinterferensi diperlihatkan dalam grafik 2. Sebagai contoh terdapat sekitar 1% sampel dengan nilai SIR 41dB dari jumlah seluruh sample yang ada. Nilai rata-rata SIR yang diperoleh pada percobaan ini adalah sebesar 55.41 dB. Grafik menunjukkan bahwa terdapat sekitar 20% sampel dengan nilai SIR kurang dari 25 dB dari seluruh sampel yang ada. Nilai tersebut menunjukkan besarnya area yang mengalami interferensi yang berpotensi menurunkan kualitas layanan.

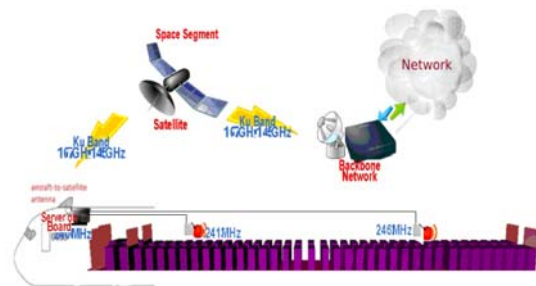


Grafik 3. Delay Spread

Pada grafik 3 sumbu x merepresentasikan waktu dimana *delay* terjadi dan sumbu y merepresentasikan banyaknya sampel dalam persen. Pada grafik terlihat bahwa semua sample tidak mengalami *delay* sehingga layanan dapat digunakan dengan maksimal.

## 10. Konfigurasi Penempatan Access Point dan Antena

Dalam konfigurasi dibutuhkan 2 buah *Access point* beserta antenanya di dalam kabin pesawat Boeing 737900ER. Antena *patch* akan dihubungkan dengan *access point* menggunakan kabel LMR 400 dengan *connector* RP-TNC. *Access point-access point* yang terinstalasi di dalam *cabin* di hubungan ke *onboard server* yang kemudian terhubung ke antena luar yang meneruskan komunikasi dari jaringan *wireless in-cabin* ke *space segmen* (satelit) yang selanjutnya akan berkomunikasi dengan perangkat-perangkat di *ground segmen* (*terrestrial antenna, router, backbone network*) untuk kemudian memberi akses menuju jaringan internet. Pada gambar 8, memperlihatkan konfigurasi *access point* di dalam cabin Boeing 737-900ER.



Gambar 8. Konfigurasi Access Point di dalam Cabin Boeing 737-900ER

## 11. Rekapitulasi Hasil Percobaan

Berikut merupakan data hasil simulasi yang menunjukkan nilai rata-rata kuat sinyal yang dapat di cakup, perbandingan level daya sinyal terhadap interferensi sinyal, nilai rata-rata *delay* yang didapat dari hasil percobaan:

Tabel 4.2 Rekapitulasi Persentase Nilai Coverage Hasil Percobaan

Jumlah AP	Per cob aan	Coverage (x)			
		$x \geq -72$ dBm	$-100 \leq x < -72$ dBm	$x < -100$ dBm	Mean (dBm)
2 Access Point	I	84%	16%	0%	-57.96
	II	80%	20%	0%	-58.95
	III	5.5%	44.5%	18%	-79.01
3 Access Point	I	87%	13%	0%	-58.62
	II	78%	22%	0%	-60.35
	III	67%	32.6%	0.4%	-63.57

**Tabel 4.3 Rekapitulasi Persentase Nilai SIR dan Delay Hasil Percobaan**

Jumlah AP	Percobaan	SIR				Delay
		$x \geq 25$ dB	$15 \leq x < 25$ dB	$x < 15$ dB	Mean (dBm)	
2 Access Point	I	80%	6%	14%	55.41	0 ns
	II	81%	8%	11%	60.06	0 ns
	III	80%	7%	13%	64.95	0 ns
3 Access Point	I	69%	12%	19%	35.46	0 ns
	II	64%	13%	23%	36.27	0 ns
	III	68%	10%	22%	38.87	0 ns

Dari hasil rekapitulasi percobaan dengan menggunakan simulasi penggunaan 2 *access point* memperlihatkan persentase *coverage* yang tidak jauh berbeda dengan persentase yang diperoleh ketika menggunakan 3 *access point* dalam dua kasus percobaan I, namun persebaran area yang tidak tercover dengan baik pada penggunaan 2 *access point* terfokus pada satu area yang mencakup 4 row. Sementara pada percobaan I yang menggunakan 3 *access point* juga terdapat area-area dengan kualitas sinyal kurang dari -72 dBm yang tersebar di beberapa bagian namun melibatkan beberapa kursi saja pada setiap row. Hal ini dirasa lebih baik karena memperkecil kemungkinan dari kepastian penumpang tidak mendapatkan layanan internet yang memadai.

Pada kasus hasil simulasi untuk *Signal to Interference* (SIR), penggunaan 2 *access point* terbukti lebih baik karena menghasilkan persentase area yang terinterferensi jauh lebih kecil dibanding dengan menggunakan 3 *access point*. Selisih dari perbedaan mean SIR yang dihasilkan antara penggunaan 3 *access point* dengan 2 *access point* adalah 19.95dB. Dimana mean dari SIR dengan menggunakan 3 *access point* adalah sebesar 35.46dB sedangkan mean dari SIR menggunakan 2 *access point* adalah 55.41dB.

Nilai *delay spread* pada setiap percobaan menunjukkan nilai 0 ns atau dengan kata lain tidak ada *delay* di setiap area. Ini disebabkan karena jarak antara *access point* dan *user* relatif dekat, sehingga tidak ada *delay*.

## 12. KESIMPULAN

Dari hasil analisa perencanaan *coverage area* *WiFi* 802.11 g yang telah dilakukan di dalam kabin pesawat udara Boeing 737-900ER, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan dan analisa simulasi yang telah dilakukan, untuk membangun jaringan *WiFi* 802.11 g di dalam kabin penumpang diperoleh 2 *access point* yang harus di instalasi.

2. Penempatan *access point* dan antenna yang tepat di dalam kabin penumpang adalah ketika didapatkan kuat sinyal mendekati -72 dBm, nilai SIR mendekati 40 dBm dan delay 0 ns. Sehingga peletakan terbaik adalah pada lokasi berikut: *Access point* I: ditempatkan pada titik 24,2.365,1.95 pada simulasi. Atau, ditempelkan pada panel bagasi di atas row 9 sebelah kanan pada pesawat.

*Access point* II: ditempatkan pada titik 7,1.165,1.95 pada simulasi. Atau, ditempelkan pada panel bagasi di atas row 30 sebelah kiri pada pesawat.

3. Bila penempatan *access point* diletakkan berdekatan dengan jarak kurang dari 12 m, maka daerah di dalam radius kurang dari 6 m dari sisi *access point* yang terluar (yang tidak bersisian dengan *access point* lain) hingga 6 m dari sisi *access point* yang terluar lainnya, mendapat kuat sinyal diatas -72 dBm.
4. Bila penempatan sebuah *access point* dengan *access point* lainnya lebih dari 12 m, maka sinyal terima yang diperoleh di antara lokasi kedua *access point* tersebut menurun di beberapa bagian yaitu kurang dari -72 dBm bahkan bisa mencapai 110dBm jika jarak antara kedua *access point* semakin diperbesar.
5. Bila penempatan *access point* di letakkan berdekatan kurang dari jarak 12 m, maka dihasilkan SIR dibawah 25 dB dengan rasio lebih dari 22% . Rasio ini meningkat seiring dengan penyusutan jarak antara peletakan kedua *access point*. Namun, bila *access point* diletakkan dengan jarak lebih dari 12 m terhadap satu sama lain, maka dihasilkan SIR di bawah 25dB dengan rasio kurang dari 21%. Rasio ini terus menurun seiring dengan penambahan jarak antara kedua *access point* tersebut.
6. Dari hasil simulasi untuk *Signal to Interference* (SIR), penggunaan 2 *access point* terbukti lebih baik karena menghasilkan persentase area yang terinterferensi jauh lebih kecil dibanding dengan menggunakan 3 *access point*. Selisih dari perbedaan mean SIR yang dihasilkan antara penggunaan 3 *access point* dengan 2 *access point* pada masing-masing percobaan I adalah 19.95dB. Dimana mean dari SIR dengan menggunakan 3 *access point* pada percobaan I adalah sebesar 35.46dB. Sedangkan, mean dari SIR menggunakan 2 *access point* pada percobaan I adalah 55.41dB.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Jahn, M. Holzbock, N. Riera, M. Werner, "Passenger Multimedia Service Concept Via Future Satellite Systems," DGLR Jahrbuch 2002 (German Space and Aerospace Society Annual Convent), DGLR-JT2002-036, 2002.
- [2] Boeing and Turkish Airlines Finalize Order for 20 Next-Generation 737s. <http://boeing.mediaroom.com/index.php?s=43&item=1106>, 23 April 2012.
- [3] A. Mudesir, M. Bode, K.W. Sung, H. Haas, "Analytical SIR for Self-Organizing Wireless Network," EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 912018, 2009.
- [4] Cisco Aironet 1200 Series Access Point Data sheet, 2006.
- [5] Cisco Aironet Antennas and Accessories Reference Guide, 2009.
- [6] Empirical Propagation Model. From <http://www.awecommunications.com/Propagation/Indoor/Empirical/index.htm>, 4 Maret 2012.
- [7] IEEE 802.11g: The New Mainstream Wireless LAN Standard. White Paper, Broadcom.
- [8] Lion Air B737-900ER [http://www.seatplans.com/files/SeatPlans/Lion-Air/LionAir\\_B737-900\\_ER.jpg](http://www.seatplans.com/files/SeatPlans/Lion-Air/LionAir_B737-900_ER.jpg), 5 Maret 2012.
- [9] Mitchell P. James, "Aircraft satellite Communication System For Distributing Internet Service From Direct Broadcast Satellites". United States Patent No. US 6,529,706 B1.02, 2003.
- [10] Myone1way (2011). Spesifikasi Boeing 737900ER Milik Lion Air. From <http://myone1way.blogspot.com/2011/04/spesifikasi-boeing-737-900er-milik-lion.html>, 5 Maret 2012.
- [11] Rappaort, S. Theodore (2002). *Wireless Communication: principle and practice*. United State of America: Prentice Hall PTR.
- [12] T. Schwengler (2012). *Chapter 11 Wireless System Performance*. From <http://morse.colorado.edu/~tlen5510/text/classweb/ch11.html>, 31 Januari 2013.
- [13] ZaibKaleem (2008). *How does airplane WiFi work*. From <http://wlanbook.com/how-does-airplane-wifi-work/>, 20 February 2012.



# ANALISIS HUBUNGAN KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI DAYA LISTRIK DAN TRAFIK INTERNET SPASIAL KAMPUS

Sis Soesetijo

*Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya  
Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya  
E-mail : ssoesetijo@ubaya.ac.id*

## Abstrak

Peningkatan konsumsi daya listrik berkaitan dengan aktivitas orang, semakin banyak aktivitas dan jumlah orang yang beraktivitas semakin banyak daya listrik yang dikonsumsi di dalam ruangan. Pada makalah ini akan membahas hubungan antara konsumsi daya listrik dengan banyaknya volume trafik internet. Pengukuran volume trafik internet dilakukan secara spasial pada 2 tempat yaitu trafik internet di Fakultas Teknik (FT) dan Fakultas Bisnis dan Ekonomika (FBE) di kampus Universitas Surabaya. Sedangkan konsumsi daya listrik yang diukur merupakan daya untuk listrik 3 fasa yang mencatu gedung-gedung di kedua fakultas tersebut. Pengukuran daya listrik dan trafik internet secara bersamaan dilakukan selama 6 hari. Analisis hubungan menggunakan metoda Granger Causality untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara daya listrik dan trafik internet spasial. Cara termudah untuk menerapkan metoda Granger Causality adalah menggunakan model Vector Autoregressive (VAR). Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan kausalitas antara konsumsi daya listrik dengan volume trafik internet spasial, terdapat pengaruh yang besar dari trafik internet FBE terhadap konsumsi daya listrik dibandingkan pengaruh trafik internet FT terhadap konsumsi daya listrik.

*Kata Kunci : daya listrik, trafik internet, pengukuran spasial, granger-causality, VAR,*

## 1. Pendahuluan

Penggunaan daya listrik, saat ini menjadi perhatian besar dari berbagai negara-negara di dunia. Banyak upaya-upaya digunakan untuk menghemat konsumsi daya listrik. Peningkatan pertumbuhan ekonomi yang tinggi semakin menggenjot pemakaian listrik yang tinggi pula. Beberapa penelitian menghubungkan antara peningkatan konsumsi daya listrik dengan peningkatan pertumbuhan ekonominya seperti pada makalah [1] yang menganalisis pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi listrik di negara Iran, makalah [2] membahas pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi listrik di negara Swedia, makalah [3] membahas hubungan peningkatan pertumbuhan ekonomi di negara China dengan peningkatan konsumsi listriknya sedangkan makalah [4] membahas hubungan antara peningkatan konsumsi energi listrik dan emisi gas CO<sub>2</sub> dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi di China dan yang terakhir adalah makalah [5] membahas hubungan antara peningkatan kebutuhan energi listrik dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi di 15 negara Eropa. Dari makalah [1]-[5]

analisisnya menggunakan metoda yang sama yaitu Granger-Causality dan hasilnya menunjukkan terdapat hubungan yang kuat antara pertumbuhan ekonomi di suatu negara dengan peningkatan konsumsi energi listriknya.

Sedangkan yang membahas hubungan antara konsumsi energi listrik dengan trafik internet hanya ada pada makalah [6] di mana makalah ini membahas hubungan kausalitas antara trafik IP setiap komputer pada lokal router dengan konsumsi listrik di masing-masing ruangan. Makalah ini hanya mengukur trafik internet yang menggunakan protokol IP saja pada suatu ruangan yang diukur pada setiap router lokal ruangan dan menganalisis hubungannya dengan tingkat konsumsi listrik ruangan yang sama di suatu kantor. Analisisnya menggunakan metoda Granger-Causality dan hasilnya terdapat hubungan kausalitas antara konsumsi energi listrik suatu ruangan dengan besaran trafik IP di ruangan yang sama.

Pada makalah ini membahas hubungan antara konsumsi daya listrik dengan trafik internet yang diukur dari 2 tempat (pengukuran trafik internet

secara spasial) yaitu di Fakultas Teknik (FT) dan Fakultas Bisnis dan Ekonomika (FBE). Pengukuran dilakukan secara bersamaan pada 2 tempat berbeda di mana pengukuran trafik internet secara agregat yaitu tidak membedakan dengan jenis trafik berdasarkan protokol maupun yang lainnya. Hal ini berbeda dengan makalah [6] di mana pengukuran internet hanya berdasarkan protokol IP saja. Oleh karena pengukuran konsumsi listriknya dilakukan pada beberapa ruang maka membutuhkan peralatan pengukuran daya yang banyak karena pengukuran dilakukan pada beberapa ruangan yang berbeda secara simultan.

Untuk makalah ini, pengukuran daya dilakukan pada gardu listrik 3 fase tegangan rendah 220/380 V di mana gardu tersebut yang mencatu listrik pada gedung-gedung di FT dan FBE sehingga hanya membutuhkan sebuah peralatan pengukuran daya saja. Pengukuran dilakukan secara bersamaan antara daya listrik dan trafik internet spasial selama 6 hari pada bulan Mei 2013. Analisisnya menggunakan metoda Granger-causality yang sama digunakan pada makalah sebelumnya [1]-[6]. Perbedaan signifikan dengan makalah [6] hanya pada skala pengukuran dan jenis trafik internet, dimana pada makalah ini menggunakan skala yang lebih besar (gedung-gedung di satu Fakultas) dan volume trafik internet agregat (bandwidth) sedangkan pada makalah [6] pada skala kecil yaitu pada skala ruangan-ruangan di gedung perkantoran dan trafik dengan protokol IP.

## 2. Model VAR(p) dan Granger-Causality

Bentuk dasar dari VAR terdiri dari K variabel  $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{kt}, \dots, y_{Kt})$  untuk  $k = 1, \dots, K$ . Proses VAR(p) didefinisikan sebagai [7]:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + C D_t + u_t \quad (1)$$

di mana  $A_i$  adalah matrik koefisien ( $K \times K$ ) untuk  $i = 1, \dots, p$  dan  $u_t$  merupakan dimensi K dari proses white noise yang mempunyai matrik kovarian  $E(u_t u'_t) = \Sigma_u$ . Matrik C adalah matrik koefisien yang berdimensi ( $K \times M$ ) dan  $D_t$  merupakan matrik ( $M \times 1$ ). Persamaan (1) dapat ditulis dalam bentuk polinomial lag  $A(L) = (I_K - A_1 L - \dots - A_p L^p)$  sebagai berikut:

$$A(L) y_t = C D_t + u_t \quad (2)$$

Salahsatu karakteristik dari proses VAR(p) adalah stabilitasnya. Artinya bahwa prosesnya menghasilkan deret waktu yang stasioner dengan rata-rata yang tidak berubah pada fungsi waktu. Untuk mendapatkan parameter orde lag p dari VAR(p) dan koefisien A dari model, berikut langkah-langkah untuk identifikasi dan estimasinya,

prosedur ini secara umum sama dengan model ARMA [7]:

- Uji Stasioner yaitu uji untuk melihat apakah data yang akan diamati stasioner atau tidak. Apabila belum stasioner maka perlu dilakukan penurunan pertama (*first differential*) agar diperoleh stasioner pada orde pertama. Uji stasioner yang umum digunakan adalah Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} A_j \Delta y_{t-j} + u_t \quad (3)$$

dengan  $\phi = -A(1)$  dan  $A_j = -(A_{j+1} + \dots + A_p)$ . Dengan model persamaan ini, hipotesis yang digunakan adalah  $H_0: \phi=0$  versus  $H_1: \phi<0$ . Jika hipotesis nol,  $H_0$  tertolak maka dipastikan data yang diuji adalah stasioner.

- Proses Estimasi yaitu proses untuk menentukan koefisien model yang diamati. Penentuan koefisien VAR(p) yang paling efektif adalah dengan menggunakan *least-squares* yang diterapkan terpisah pada masing-masing persamaan. Akaike Information Criterion (AIC) dari masing-masing regresi untuk menjamin bahwa residual yang dihasilkan bersifat White Noise. Uji ini untuk menentukan lag mana yang paling relevan dipakai dalam model.

Tujuan dari uji kausalitas menggunakan Granger Causality adalah mendeteksi ada tidaknya hubungan sebab-akibat (causalities) antara variabelnya. Variabel x dikatakan "*granger-causes*" variabel y, apabila variabel x membantu memprediksi variabel y. Untuk melakukan kedua uji tersebut, vector dari variabel  $y_t$  dibagi 2 subvektor  $y_{1t}$  dan  $y_{2t}$  dengan dimensi ( $K_1 \times 1$ ) dan ( $K_2 \times 1$ ) dengan  $K = K_1 + K_2$ . Proses VAR (p) dapat dituliskan kembali pada persamaan (4):

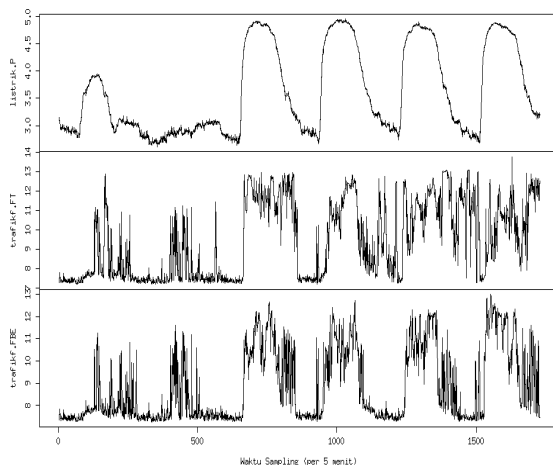
$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^p \begin{bmatrix} \alpha_{11,i} & \alpha_{12,i} \\ \alpha_{21,i} & \alpha_{22,i} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1,t-i} \\ y_{2,t-i} \end{bmatrix} + C D_t + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Subvektor  $y_{1t}$  tidak "*granger-cause*"  $y_{2t}$  apabila  $\alpha_{21,t} = 0$  untuk  $i = 1, 2, \dots, p$  dan sebaliknya Subvektor  $y_{1t}$  "*granger-cause*"  $y_{2t}$  apabila  $\alpha_{21,t} \neq 0$  untuk  $i = 1, 2, \dots, p$ . Dengan demikian analisis Kausalitas akan menguji apakah sebuah variabel dapat membantu memprediksi variabel yang lain. Uji Granger Causality paling mudah diperoleh dari model VAR(p) [7].

### 3. Sistem Pengukuran

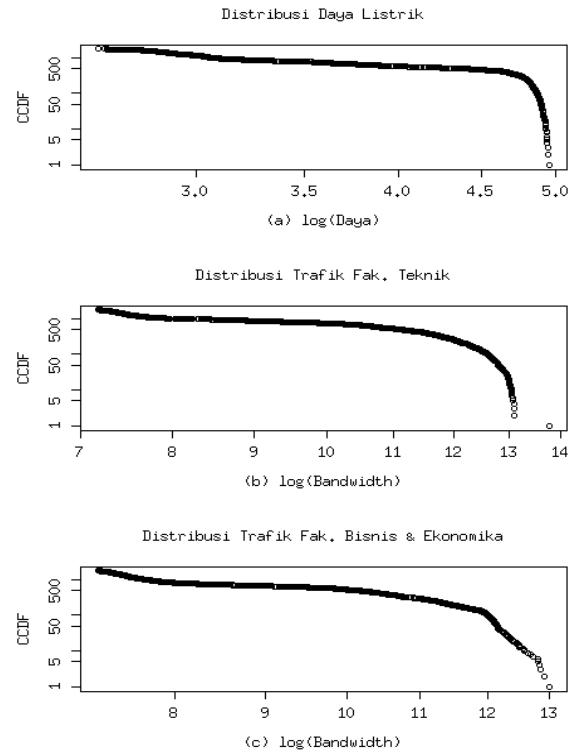
Pengukuran terhadap daya listrik 3 fase di gardu tegangan rendah 220/380 V dan volume trafik internet di 2 fakultas di kampus Ubaya Tenggilis. Gardu tegangan yang diukur merupakan gardu yang mencatu listrik ke gedung-gedung di 2 fakultas di mana trafik internet diukur juga. Pengukuran dilakukan secara bersamaan selama 6 hari di bulan Mei 2013 dari hari Sabtu pada jam 00.00 sampai hari Kamis pada jam 23.55 WIB dengan waktu sampel pengambilan data adalah 5 menit. Untuk konsumsi daya merupakan daya total dari masing-masing fasanya. Trafik internet yang diukur merupakan volume trafik agregat downstream saja. Agregat merupakan trafik gabungan dari berbagai jenis trafik dan protokol yang melewati router.

Hasil pengukuran ketiga data trafik dan daya listrik ditampilkan pada gambar 1 di bawah ini. Data pada gambar tersebut merupakan data setelah dilakukan log pada data aslinya. Hal ini dilakukan untuk menghindari efek ketidakkonstanan (heteroscedacity) data dan perbedaan nilai yang terlalu besar antara data listrik dan data trafik. Data daya listrik dalam kilowatt dan trafik dalam Mbit/detik.



**Gambar 1. Data Pengukuran Listrik dan Trafik**

Pengukuran trafik internet menggunakan perangkat lunak MRTG/SMTP dan topologi jaringan internet di kampus. Pengukuran trafik internet dilakukan hanya pada 2 router yaitu router di Fakultas Ekonomi (FBE) dan Fakultas Teknik (FT) saja. Pengukuran daya listrik menggunakan perangkat Power System Analyzer yang dilengkapi data logger. Pengukuran dilakukan secara bersamaan dan terus menerus selama 6 hari tanpa henti. Distribusi data pengukuran ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini.



**Gambar 2. Distribusi Data Listrik dan Trafik**

Gambar 2(a) merupakan distribusi daya listrik, 2(b) merupakan distribusi trafik Fakultas Teknik dan 2(c) merupakan distribusi trafik Fakultas Bisnis dan Ekonomika. Karakteristik data pengukuran ditampilkan pada tabel 1 berikut. Konsumsi daya listrik maksimum 140,3 kilowatt terjadi pada saat jam-jam sibuk kerja antara jam 10.00 – 14.00 WIB. Sedangkan daya minimum terjadi pada jam 02.00 – 03.00 WIB ketika pemakaian trafik internet juga minimum.

**Tabel 1. Karakteristik Data**

Parameter	Daya Listrik (kilo Watt)	Trafik FT (bit/detik)	Trafik FBE (bit/detik)
Maksimum	140.30	956452	440279
Rata-rata	51.30	65423	31174
Minimum	12.61	1314	1395

### 4. Hasil dan Pembahasan

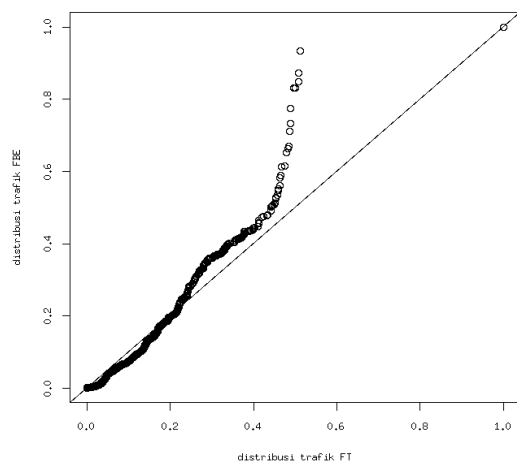
Analisis data pada makalah ini menggunakan perangkat lunak R versi 3.0.1 pada sistem operasi Ubuntu 12.04. Langkah-langkah analisis terdiri dari:

1. Pengukuran data (listrik maupun trafik internet)
2. Log data

3. Uji Stasioner
4. Hitung orde lag p dengan AIC
5. Mendapatkan model VAR(p)
6. Validasi Model VAR(p)
7. Uji Granger-Causality

Pengukuran daya listrik 3 fase di gardu tegangan rendah 220/380 V dan volume trafik internet dilakukan secara spasial di 2 fakultas berbeda di kampus Ubaya II di daerah Tenggilis. Gardu tegangan yang diukur merupakan gardu yang mencatu listrik ke gedung-gedung di 2 fakultas di mana trafik internet diukur juga yaitu FBE dan FT. Pengukuran dilakukan secara bersamaan selama 6 hari di bulan Mei 2013 dari hari Sabtu pada jam 00.00 sampai hari Kamis pada jam 23.55 WIB dengan waktu sampel pengambilan data adalah 5 menit. Karakteristik data trafik dan daya listrik ditunjukkan pada tabel 1 di mana daya listrik yang diolah merupakan data listrik total (dijumlahkan) dari masing-masing daya listrik 3 fase gardu tegangan rendah 220/380 V.

Perbandingan distribusi trafik internet FT dan FBE ditampilkan pada gambar 4 berikut. Nampak bahwa distribusi trafik internet pada karakteristik volume trafik yang rendah mempunyai distribusi data yang sama, sedangkan pada volume trafik yang besar, distribusi trafik FT jauh lebih besar dibandingkan dengan FBE. Dengan kata lain bahwa penggunaan trafik internet di FT jauh lebih besar dibandingkan dengan penggunaan trafik di FBE. Trafik internet yang dimaksud merupakan volume trafik internet atau sering disebut dengan nama throughput.



**Gambar 3. Perbandingan Distribusi Trafik Internet**

Data trafik dan listrik tidak dapat langsung diolah karena perbedaan nilai yang terlalu besar antara data trafik dan data listrik sehingga harus dilognaturalkan dengan menambahkan nilai 1 pada

setiap datanya untuk menghindari nilai 0 pada data aslinya. Grafik hasil proses log (x+1) pada ketiga data ditunjukkan pada gambar 1. Proses ini bertujuan juga untuk menghindari ketidakkonstanan pada datanya.

Langkah selanjutnya adalah melakukan uji stasioner pada ketiga datanya. Hasil uji stasioner ditunjukkan pada tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2. Hasil Uji Stasioner**

Variabel	Nilai Uji	Nilai Kritis		
		1%	5%	10%
Listrik	-1.43	-3.96	-3.41	-3.12
$\Delta$ Listrik	-23.25	-3.41	-2.86	-2.57
Trafik FT	-7.287	-3.96	-3.41	-3.12
Trafik FBE	-6.8357	-3.96	-3.41	-3.12

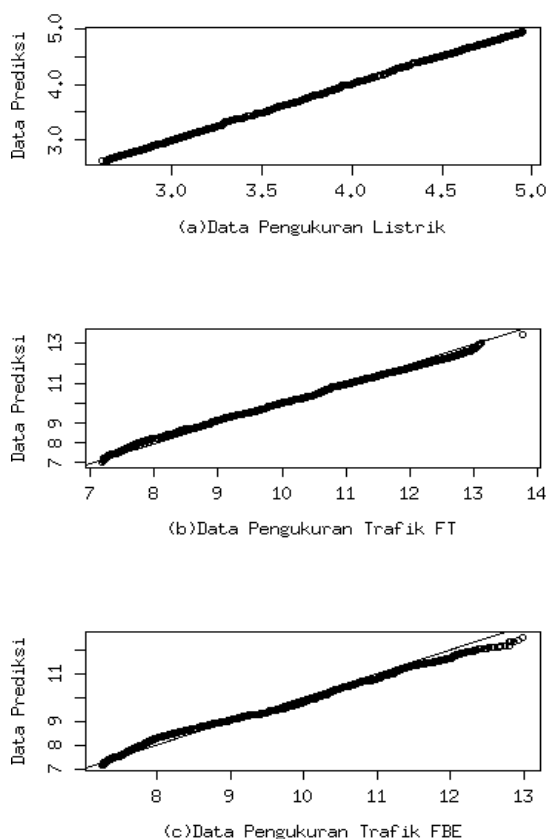
Nampak bahwa data trafik baik dari FT maupun FBE merupakan data stasioner di mana nilai ujinya jauh lebih kecil dari pada nilai kritisnya. Sedangkan data listrik merupakan data stasioner ketika datanya differensialkan sekali saja.

Kemudian setelah dipastikan stasioner maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai lag p menggunakan metoda AIC hasilnya ditunjukkan pada gambar 5 berikut.

AIC(n)	HQ(n)	SC(n)	FPE(n)		
7	7	5	7		
Scriteria					
	1	2	3	4	5
AIC(n)	-7.3072455130	-7.357221141	-7.463622318	-7.5175679706	-7.5910089547
HQ(n)	-7.2896001983	-7.329084638	-7.424934626	-7.4683290893	-7.531218845
SC(n)	-7.2597157494	-7.281173520	-7.359056838	-7.3844846323	-7.4294077581
FPE(n)	0.0006706619	0.000637969	0.000573575	0.0005434532	0.0005049723
AIC(n)	-7.6024963414	-7.6371052897	-7.6319340819		
HQ(n)	-7.5321550824	-7.5562128418	-7.5404904452		
SC(n)	-7.4123772866	-7.4184683768	-7.3847793107		
FPE(n)	0.0004992053	0.0004822246	0.0004847258		

**Gambar 4. Perhitungan nilai lag p menggunakan AIC**

Dari hasil perhitungan di gambar 4 di atas menunjukkan bahwa berdasarkan metoda Akaike Information Criterion (AIC) mendapatkan nilai p = 7, selanjutnya didapatkan model VAR(p=7) atau dapat disingkat menjadi VAR(7). Model ini harus divalidasi terlebih dahulu apakah model yang didapatkan sudah benar atau tidak. Validasi model menggunakan metoda grafik qqplot yaitu membandingkan distribusi data pengukuran dan data hasil prediksi model VAR(7). Hasilnya ditampilkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Validasi Model VAR(7) dengan qqplot

Nampak pada gambar 5 bahwa perbandingan distribusi data pengukuran dan prediksi sudah mengikuti garis linear 45° dan hal ini menunjukkan bahwa distribusi data adalah sama sehingga dapat dinyatakan bahwa model VAR(7) merupakan model valid. Setelah model VAR(7) didapatkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji Granger-causality terhadap data trafik dan listrik dengan menggunakan Confidence Interval 95%. Hasil uji ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Uji Granger-causality

Kausalitas	F-Test	p-value
Trafik FT → Listrik	1.7	0.0488
Trafik FBE → Listrik	4.3	$1.32 \times 10^{-7}$

Dari tabel 3 menunjukkan bahwa dari model VAR(7), dapat dicari kemungkinan hubungan kausalitas yang terjadi dengan menggunakan Uji Statistik F (F-Test). Dari nilai nilai F-test tersebut dapat diperoleh nilai *p-value*. Oleh karena dalam uji sebelumnya dipilih nilai confidence interval 95%, maka nilai *p-value* harus lebih kecil dari 5% dengan hipotesa awal  $H_0$  : x tidak *granger-cause* terhadap y.

Kekuatan kausalitas dapat diukur dari besarnya nilai F-test [3]. Nampak bahwa hasil uji memenuhi terjadinya *granger-cause* pada Trafik FT → Daya Listrik, dan Trafik FBE → Daya Listrik dengan nilai *p-value* di bawah 5%. Pengaruh trafik FBE terhadap daya listrik lebih besar daripada pengaruh trafik FT terhadap daya listrik. Hal ini ditunjukkan pada nilai hasil uji F-Testnya. Hasil ini diduga berkaitan dengan jumlah mahasiswa FBE lebih besar daripada mahasiswa FT. Atau dapat disimpulkan bahwa karena jumlah mahasiswa FBE lebih besar sehingga jumlah yang akses internet juga lebih besar dan berdampak pada peningkatan konsumsi daya listrik di Fakultas Bisnis dan Ekonomika (FBE) dibandingkan Fakultas Teknik.

Upaya-upaya penghematan listrik dapat dilakukan di FBE misalnya dengan mengganti penggunaan monitor CRT dengan monitor LED di lab-lab komputer atau mengganti AC ruangan lab dengan AC jenis hemat energi.

## 5. Kesimpulan

Analisis hubungan kausalitas antara konsumsi daya listrik dengan trafik internet yang diukur secara spasial pada 2 tempat berbeda di kampus Ubaya dengan menggunakan metoda Granger Causality pada model VAR dengan nilai  $p = 7$ , hasilnya menunjukkan bahwa trafik internet di Fakultas Bisnis dan Ekonomika (FBE) berdampak lebih besar pada konsumsi daya listrik daripada Fakultas Teknik (E). Artinya bahwa konsumsi daya listrik di FBE lebih besar daripada konsumsi daya listrik oleh FT akibat penggunaan akses internet di kampus. Hal ini diduga berkaitan dengan jumlah mahasiswa FBE lebih besar daripada FT.

## Daftar Pustaka

- [1] M. Talebi, A. Alvandizade, M. Roshanroo, *Granger Causality Relationship Between Energy Consumption And Economic Growth In Iran (1980-2009)*, Interdisciplinary Journal Of Contemporary Research In Business, Vol. 4 No. 2, June 2012
- [2] D. I. Stern, K. Enflo, *Causality Between Energy and Output in the Long-Run*, Lund Paper in Economic History No. 126, 2013
- [3] X. Zhang, R. Gu, X. Zhao, "Electricity Consumption and Economic Activities in China", Wireless Communications, Networking and Mobile Computing 4<sup>th</sup> International Conference, WiCOM 2008

- [4] J. Yuan, C. Zhao, S. Yu, H. Zhao, “ *Electricity consumption and economic growth in China: cointegration and co-feature analysis*”, Energy Economics, 29, 1179-1191, 2007
- [5] D.C. Bohm, “*Electricity Consumption and Economic Growth in the European Union: A Causality Study using Panel Unit Root and Cointegration Analysis*”, IEEE 2008
- [6] Y. Kim, R. Balani, Han Zhao, Mani B. Srivastava, “*Granger Causality Analysis on IP Traffic and Circuit-Level Energy Monitoring*”, Proceeding of The 2<sup>nd</sup> ACM Workshop on Embedded Sensing System for Energy Efficiency in Building, New York, USA, 2010
- [7] B. Pfaff, “*Analysis of Integrated and Cointegrated Time Series with R*”, Springer, Second Edition, 2008

# RANCANG BANGUN WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK MONITORING PENCEMARAN UDARA

Syahrir<sup>(1)</sup>, Wirawan<sup>(2)</sup>, Muhammad Rivai<sup>(3)</sup>

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111*

*Email : arire46@gmail.com<sup>(1)</sup>, wirawan@ee.its.ac.id<sup>(2)</sup>, muhammad\_rivai@ee.its.ac.id<sup>(3)</sup>*

## Abstrak

Monitoring kualitas udara sangat penting untuk pendeteksian polutan yang dapat merusak lingkungan hidup dan membahayakan kesehatan makhluk hidup. Oleh karena itu perlunya monitoring data gas polutan, untuk mencegah semakin luasnya pencemaran udara. Dengan berkembangnya teknologi piranti elektronika yang seiring dengan perkembangan protokol komunikasi dan informasi yang ada sekarang telah menuju suatu sensor (alat deteksi) generasi baru yang murah, akurat dan memiliki daya jangkauan yang lebih luas. Pada penelitian ini telah dibuat desain transmisi data dan monitoring gas berbasis *wireless sensor network*. Transmisi data sensor dirancang dengan standar IEEE 802.15.4/zigbee menggunakan *device* X-bee pro sehingga kebutuhan daya yang digunakan rendah. Pada sistem protokol komunikasi data yang dibuat ditambahkan enkripsi tipe vigenere Chiper untuk meningkatkan keamanan data pada saat transmisi sehingga hanya modul RF saja yang spesifik yang bisa membaca data sensing. Sensor MQ 7 digunakan sebagai detektor gas karbonmonoksida yang dikalibrasi dengan metode kalibrasi menggunakan model polynomial agar pembacaan data sensing lebih akurat. Pengukuran dilakukan dengan *Non Line Of Sight* dan *Line Of Sight* dan komunikasi single hop topologi jaringan star. Dari hasil penelitian didapatkan deteksi range sensor 0-1000 ppm. Sedangkan hasil throughput masing-masing node 0,36 kbps pada jarak 5 sampai 10 meter, sedangkan penurunan throughput berkurang setelah jarak 20 meter masing-masing node menjadi 0.35 kbps.

Kata kunci: pencemaran udara, model polynomial, sensor gas MQ-7, *wireless sensor network*, 802.15.4/Zigbee,

## I. PENDAHULUAN

Isu global warming tidak lagi menjadi sekedar isu belaka tetapi sekarang sudah dapat dirasakan efek-efek dari global warming tersebut. Salah satu penyebab isu global warming adalah pencemaran udara. Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing didalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Ada beberapa polutan yang sering ditemukan di kota-kota misalnya karbon monoksida (CO), sulfur oksida, nitrogen dioksida, dan ozon. Nilai threshold untuk masing-masing polutan tersebut secara berurutan adalah 10, 350, 40, dan 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [1]. Kehadiran polutan diudara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama akan dapat mengganggu kesehatan dan kehidupan manusia. Bila keadaan itu terjadi maka udara dikatakan tercemar. Oleh karena itu diperlukan suatu teknologi yang dapat melakukan aktivitas pemantau-

an perubahan lingkungan yang cerdas dan mudah untuk diaplikasikan.

Perkembangan teknologi deteksi seperti diatas diwujudkan dalam sebuah bentuk jaringan sensor (*network-ed sensor*). Jaringan sensor itu sendiri merupakan suatu kesatuan dari proses pengukuran, komputasi, dan komunikasi yang memberikan kemampuan administratif kepada sebuah perangkat, observasi, dan melakukan penanganan terhadap setiap kejadian dan fenomena yang terjadi di lingkungan[2][3]. Dalam kondisi seperti itu tidak dimungkinkan komunikasi menggunakan kabel. Kondisi ini memerlukan monitoring secara jarak jauh dimana *node* individu membentuk jaringan untuk nantinya menguatkan paket data yang bertujuan menyampaikan data informasi berupa jenis, kadar dan lokasi dari polutan. Sehingga pencemaran udara yang terjadi dibelahan bumi manapun ini dapat dipantau agar pencemaran udara tidak meluas lagi.

Beberapa teknik desain yang telah diusulkan dalam monitoring pencemaran udara, dalam mengumpulkan data sensing secara realtime [4]. Pada penelitian [5] menggunakan desain IEEE 802.11 monitoring dilakukan pada lingkungan indoor dan outdoor, namun kekurangannya konsumsi daya yang dibutuhkan sangatlah besar. Pada penelitian [6] menggunakan desain IEEE 1451.4/zigbee monitoring dilakukan pada lingkungan indoor memiliki keunggulan dengan konsumsi daya yang kecil, namun untuk penelitian monitoring di kondisi outdoor belum dilakukan. Pada umumnya kondisi pencemaran udara untuk kondisi outdoor terutama polusi di jalan raya akan mempunyai perbedaan level polutan dalam satu hari. Polutan yang level tinggi hanya terdapat pada waktu tertentu. Untuk itu kondisi adaptif monitoring terhadap kejadian lingkungan sangatlah perlu dilakukan [7]. Oleh karena itu pada penelitian ini telah didesain monitoring pencemaran udara untuk kondisi lingkungan outdoor menggunakan desain IEEE 802.15.4/zigbee dan desain protokol komunikasi data pada *layer upper (application)* dimana monitoring dilakukan tergantung dari *event* yang terjadi disekitar lingkungan node sensor. Jika area tersebut diketahui pada waktu tertentu memiliki kadar polutan yang tinggi maka akan ditingkatkan jumlah permintaan data, jika area tersebut diketahui pada waktu tertentu memiliki kadar polutan yang rendah, maka jumlah permintaan data dikurangi dan jika terdapat jumlah polutan dengan level diatas *threshold* yang telah ditentukan maka jumlah permintaan data ditingkatkan sampai keadaan polutan turun dibawah *threshold*. Permintaan data didesain dengan efisien terhadap waktu dan membutuhkan konsumsi arus yang rendah.

## II. DASAR TEORI

### A. Pencemaran Udara

Jenis parameter pencemaran udara didasarkan pada baku mutu udara menurut peraturan pemerintah nomor 41 tahun 1999, meliputi : sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), Oksidan (O<sub>3</sub>), Hidro karbon (HC), PM 10, PM 2.5, TSP (debu), Pb (Timah Hitam), Dustfall (debu jatuh). Empat parameter yang lain: fluorides (F), Flour Indeks, Khlorine dan chlorine dioksida, Sulpaht Indeks merupakan parameter pencemaran udara yang diberlakukan untuk daerah/kawasan industry kimia. Indeks standar Pencemaran Udara (ISPU) adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi mutu udara ambient dilokasi tertentu, yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya.

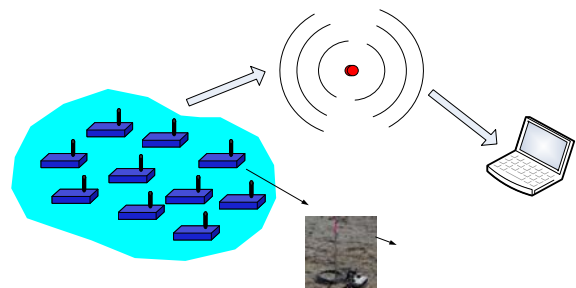
Karbon dan oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna.

### B. Wireless Sensor Network

Secara umum jaringan sensor nirkabel ditunjukkan pada Gambar 1. Titik-titik sensor ini mempunyai keterbatasan daya, komputasi dan komunikasi. Tugas utama dari sensor adalah memonitor kondisi fisik dari suatu lingkungan dan mengkomunikasikan hasilnya ke *base station* atau *fusion center*. Data yang dikumpulkan dapat berupa temperatur, tekanan atau pergerakan [3] [4].

Dalam mendesain suatu jaringan sensor nirkabel perlu diperhatikan beberapa hal berikut :

- Ketahanan jaringan terhadap kegagalan sensor. Dalam penerapannya sering dijumpai sensor yang rusak. Gagal atau tidak dapat menjalankan tugas sebagaimana mestinya. Hal ini disebabkan karena kehabisan daya atau kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan misalkan terkena guncangan atau tekanan. Kerusakan sensor akan mempengaruhi kinerja deteksi system secara keseluruhan.
- Skalabilitas: Sensor yang disebar untuk melakukan deteksi dapat berjumlah ratusan bahkan ribuan, tergantung dari aplikasinya. Kerapatan dari sensor pada suatu daerah dengan luasan A dapat dihitung dengan menggunakan rumus.
- Daerah tempat pengoperasian Biasanya sensor disebar sedekat mungkin dengan fenomena alam yang akan dideteksi. Tempat pengoperasian dari sensor harus diperhatikan, misalkan, sensor yang digunakan untuk mendeteksi penyebaran polutan pada sungai atau laut, atau sensor yang ditempatkan pada gedung bertingkat untuk deteksi kebakaran dan lain sebagainya.



Gambar 1. Arsitektur Wireless Sensor Network



Topologi jaringan sensor nirkabel mempunyai beberapa topologi jaringan tergantung dari distribusi dari sensor dan *fusion center*. Ada tiga topologi utama yang digunakan dalam jaringan sensor nirkabel, yaitu *seri*, *paralel* dan *tree*.

### C. Enkripsi dan Dekripsi

Enkripsi adalah proses mengamankan suatu informasi dengan membuat informasi tersebut tidak dapat dibaca tanpa bantuan pengetahuan khusus. Enkripsi dimaksudkan untuk melindungi informasi agar tidak terlihat oleh orang atau pihak yang tidak berhak. Informasi ini dapat berupa nomor kartu kredit, catatan penting dalam komputer, maupun password untuk mengakses sesuatu. Deskripsi dalam dunia keamanan komputer merupakan proses untuk mengubah chiperteks menjadi plainteks atau pesan asli. Jadi Deskripsi merupakan kebalikan dari Enkripsi upaya pengolahan data menjadi sesuatu yang dapat diutarakan secara jelas dan tepat dengan tujuan agar dapat dimengerti oleh orang yang tidak langsung mengalaminya sendiri.

### D. Regresi

Regresi merupakan sebuah teknik untuk memperoleh persamaan kurva pendekatan dari titik-titik data. Analisis regresi mempelajari bentuk hubungan antar satu atau lebih peubah bebas (x) dengan satu peubah tak bebas (y). Data yang dapat diperoleh dari observasi atau pengukuran menghasilkan pasangan observasi sebanyak n, dinyatakan sebagai (xi,yi). Persamaan pendekatan untuk regresi linier dapat dirumuskan dengan persamaan 1, untuk regresi eksponensial dirumuskan dengan persamaan 2, persamaan pendekatan untuk regresi polynomial dirumuskan dengan persamaan 3.

$$y=a+bx \quad (1)$$

$$y=a \cdot b^x \quad (2)$$

$$y=a_0+a_1x+a_2x^2+\dots+a_nx^n \quad (3)$$

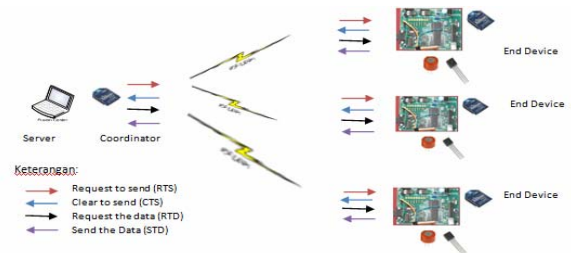
## III. METODE

### A. Perancangan Wireless Sensor Network

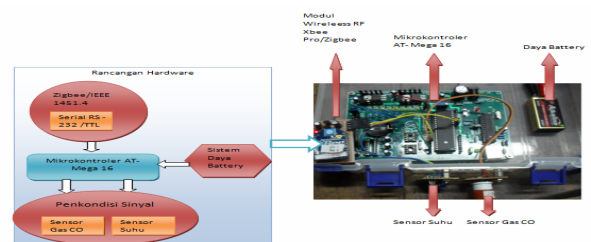
Perancangan perangkat pada sistem monitoring pencemaran udara ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat protokol komunikasi. Perancangan jaringan meliputi penentuan *topologi* jaringan, perhitungan jumlah titik pengukuran, pembuatan skema jaringan, perhitungan performansi jaringan, dan perancangan perangkat yang akan digunakan. Gambaran perencanaan WSN dapat dilihat pada gambar 2.

### B. Perancangan Hardware

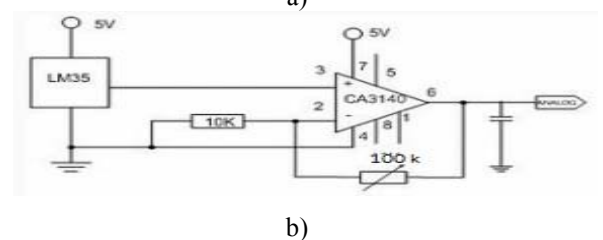
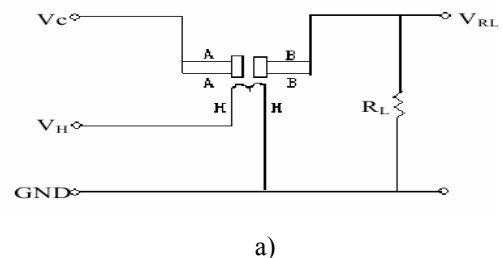
Spesifikasi perangkat keras pada gambar 2 dan gambar 3 yang digunakan oleh Jaringan Sensor Nirkabel dalam monitoring pencemaran udara adalah sebagai berikut : *Nodeplatform X-bee pro* sebagai standard IEEE 802.15.4/Zigbee, processing data dengan menggunakan mikrokontroler AT mega 16, Sensor gas karbonmonoksida (CO) MQ-7, Sensor suhu LM 35. Dan desain pengkondisi sinyal masing-masing sensor berurutan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 2. perancangan Jaringan Sensor Nirkabel



Gambar 3. Rancangan Hardware Node Sensor



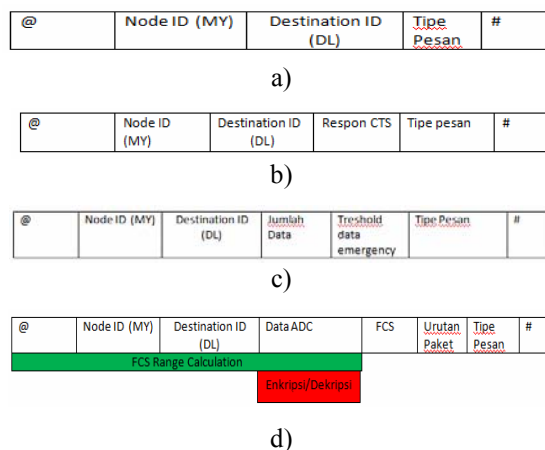
Gambar 4. Desain Pengkondisi Sinyal Sensor Gas MQ-7 dan b.)Sensor Suhu LM 35

Pada rangkaian pengkondisi sinyal sensor gas MQ-7 diberikan nilai resistor sebesar 10 k agar data analog bisa terbaca dengan baik di ADC mikrokontroler, untuk rangkaian pengkondisi sinyal sensor suhu LM 35 dengan resolusi diberikan rangkaian

penguat (Amplifier) sebesar 5 kali dengan mengatur nilai variable resistor, sehingga sensor suhu mendeteksi range 0-50°Celsius

### C. Perancangan Protokol pada WSN

Standar teknologi IEEE tentang PAN/LAN/MAN juga mendasari jaringan sensor nirkabel secara keseluruhan. Protokol nirkabelnya menentukan proses encoding dari sinyal transmisi seperti pada lapisan data link. Protokol nirkabel ini juga mengatur spesifikasi dari pembagian kanal dan prosedur penanganan data dan kejadian. Pada penelitian ini akan menggunakan protokol standar IEEE 802.15.4/Zigbee yang sudah terkoneksi dengan Xbee pro dan dengan penambahan format protokol pada *layer upper(application)* untuk meningkatkan kinerja dari *wireless sensor nirkabel* seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



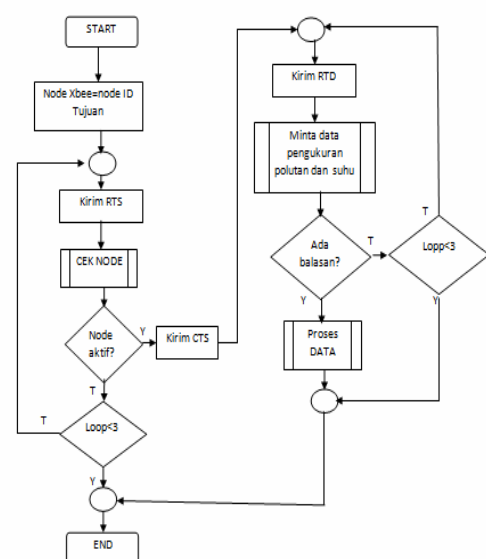
Gambar 5. Format pesan protokol komunikasi data.a).RTSb).CTS c).RTDd).STD

Keterangan:

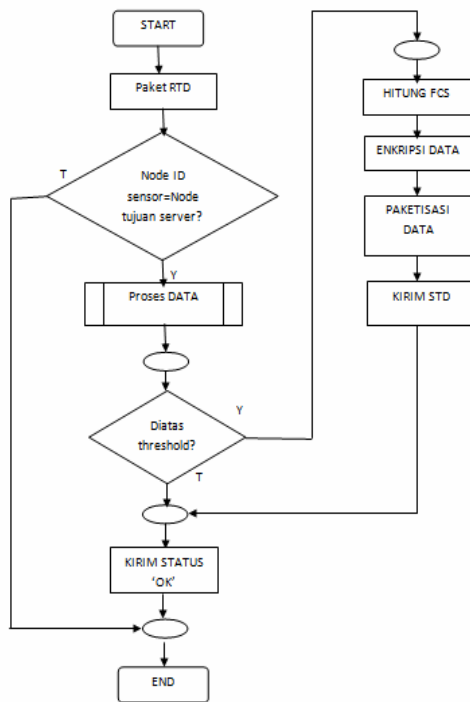
- @ = Delimiter atau awalan protokol
- Node ID (MY) = ID node sensor mikroserver
- Destination ID (DL) = ID node tujuan
- Respon CTS = respon data siap dikirimkan
- Jumlah data = jumlah data pengukuran yang ingin dikirimkan
- Threshold data = threshold datapengukuran yang diinginkan dikirimkan
- Data ADC = Data Pengukuran
- FCS = Checksum
- Urutan Paket = urutan paket yang dikirim
- Tipe Pesan = tipe pesan yang dikirim, apakah paket data tersebut R=request, B=respom, D=data
- # = Terminator atau akhir protokol

Untuk me-request data dari node tujuan maka node server akan mengirimkan paket data yang menyatakan node tujuan mana yang akan direquest, ini yang dimaksud dengan Request to Send (RTS). Jika paket data tersebut telah diterima dengan utuh oleh node tujuan, maka node tujuan tersebut akan membalas paket data request ke node server dengan sebuah paket data yang berisi Clear to Send (CTS) yang menyatakan bahwa paket data Request dari node master telah diterima oleh node tujuan yang dituju. Kemudian node master akan merequest data hasil pengukuran dari node tujuan dengan mengirimkan paket data request the data (RTD) sesuai dengan jumlah data dan threshold data emergency pengukuran yang diinginkan bila diatas threshold maka node tujuan tersebut akan mengirimkan data hasil pengukuran kadar polutan dan suhu menggunakan paket data send the data(STD). Bila di bawah threshold data pengukuran tidak dikirimkan ke node server. Pengambilan data ke masing-masing node sensor dilakukan secara bergantian yang dikontrol oleh node server agar meminimalkan tabrakan data(*collision*). Pada gambar 6 a,b, dan c akan menjelaskan algoritma pengambilan data dari node sensor, pengiriman data ke node server, dan Agregasi data ,masing-masing secara berurutan. Pada format kirim data dilakukan proses Cheksum untuk mengecek apakah ada data yang hilang atau tidak sesuai.

Secara umum FCS merupakan hasil dari XOR kode ASCII karakter– karakter sebelumnya yang diimplementasikan ke dalam 2 byte BCD dari nilai XOR dari kode ASCII karakter tsb. FCS juga digunakan untuk pengecekan data yang diterima selain adanya pengecekan delimiter "@" dan terminator "#" sebelumnya.

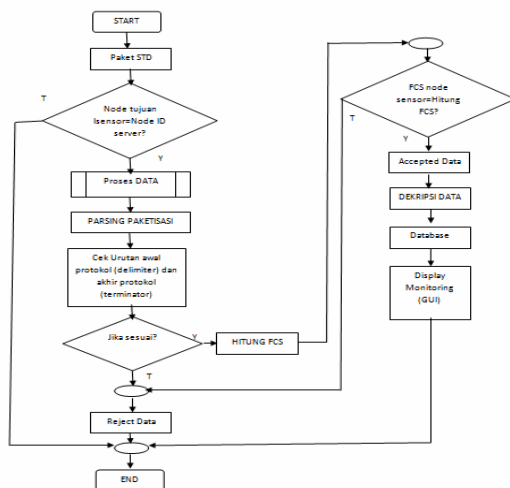


a)



b)

Elemen dari protokol yang dienkripsi / dideskripsi adalah setelah delimiter "@" sampai data yang dikirimkan, untuk urutan paket, FCS, dan terminator tidak dienkripsikan. Metode yang digunakan dengan algoritma Vigenere Cipher yang mengadopsi cara kerja mode operasi CBC dapat dipresentasikan Enkripsi  $C_i = (P_i + K_i) \bmod 256$ , Dekripsi  $P_i = (C_i - K_i) \bmod 256$ .



c)

Gambar 6a). Mekanisme pengambilan data dari node sensor, b). Mekanisme pengiriman data ke node server, c). Mekanisme Agregasi Data

#### D. Perencanaan Analog Digital Converter (ADC) dan Baudrate

Data sensing dari sensor akan diubah menjadi digital dengan menggunakan ADC mikrokontroler. Perencanaan ADC pada penelitian ini sebesar 8 bit. ATmega 16 memiliki resolusi ADC 8-bit dari 0-255 dengan 8 channel input. Perhitungan nilai resolusi ADC per bit pada persamaan 4:

$$\text{Resolusi} = \frac{\text{tegangan referensi}}{2^{\text{bit ADC}}} = \frac{5}{255} = 0.019V \quad (4)$$

Pengaturan baudrate pada mikrokontroler dan Xbee pro dilakukan untuk mengatur kecepatan transfer data. Perencanaan baudrate yang diberikan 9600 Baud. Pengaturan baudrate dilakukan pada mikrokontroler dengan memberikan nilai register UBRR. Register UBRR adalah register 16 bit yang terdiri dari UBRRH (UBRR high) dan UBRR (UBRR low). Pemberian nilai register dihitung dengan cara pada persamaan 5:

$$\text{UBRR} = \frac{\text{Frekuensi kristal}}{(16 \times \text{baudrate})} - 1 = \frac{8 \text{ Mhz}}{16 \times 9600} = 52 \quad (5)$$

Nilai UBRR diubah menjadi bilangan heksa yaitu menjadi 34 sehingga nilai UBRRH 34 dan UBRR 0. Sedangkan pemberian baudrate pada Xbee pro dilakukan pada software XCTU dengan mengubah setting baudrate pada serial mode 3menjadi 9600.

#### E. Metode Kalibrasi

Kalibrasi sensor dilakukan agar pembacaan data sensing bisa tepat dan benar terhadap gas yang dideteksi. Metode ini dilakukan dengan cara menyamakan sensor dengan alat standard saat mengukur kadar gas polutan di tempat dan kondisi yang sama, tujuannya untuk mendapatkan model pendekatan dari sensor terhadap alat standart. Kemudian nilai tegangan dari sensor dan nilai pengukuran ppm dari alat standart di modelkan dengan model pendekatan regresi polynomial orde dua dirumuskan dengan  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ . Menggunakan metode kuadrat terkecil didapatkan

$$D^2 = \sum_{i=1}^n \{a_0 + a_1X_i + a_2X_i^2\}^2, \text{ dengan meminimumkan harga } D^2 \text{ akan didapatkan nilai dari konstanta } a.$$

$$\frac{\partial D^2}{\partial a_0} = 0 \rightarrow -2 \sum_{i=1}^n \{a_0 + a_1X_i + a_2X_i^2\} = 0$$

$$\frac{\partial D^2}{\partial a_1} = 0 \rightarrow -2 \sum_{i=1}^n X_i \{a_0 + a_1X_i + a_2X_i^2\} = 0$$

$$\frac{\partial D^2}{\partial a_2} = 0 \rightarrow -2 \sum_{i=1}^n X_i^2 \{a_0 + a_1 X_i + a_2 X_i^2\}^2 = 0$$

Dituliskan dalam bentuk matrik menjadi

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i & \sum X_i^2 & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^3 & \sum X_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_i Y_i \\ \sum X_i^2 Y_i \end{bmatrix}$$

Pada penelitian ini akan didesain deteksi range gas CO dari 0-1000 ppm agar sensor dapat mendeteksi level gas CO berbahaya yaitu diatas 100 ppm.

#### F. Skenario Pengukuran dan Penyebaran Node Sensor di lingkungan Outdoor.

Desain *Wireless sensor network* pada penelitian ini didasarkan pada kondisi objek penelitian yaitu lingkungan luar (ouutdoor) jalan raya kampus ITS surabaya. Topologi jaringan yang akan digunakan pada desain jaringan yang dibuat adalah topologi *star*. skenario yang digunakan sebagai desain jaringan adalah *single-sink single-hop wsn*, yaitu menggunakan satu *pan coordinator* dan *tiganode* sebagai end device.

Untuk penyebaran node sensor di lingkungan luar area yang luas akan membutuhkan node sensor yang banyak pula, idealnya seluruh area dapat dideteksi apabila setiap titik area memiliki node sensor. Untuk penelitian ini penyebaran node sensor dilakukan secara random pada titik hasil pengamatan obyek jalan raya yang memiliki jumlah polutan yang tinggi. Hasil nilai polutan yang terdeteksi adalah level kadar polutan hanya pada area titik itu saja.

#### G. Perhitungan performansi dan Analisa *Wireless Sensor Network*

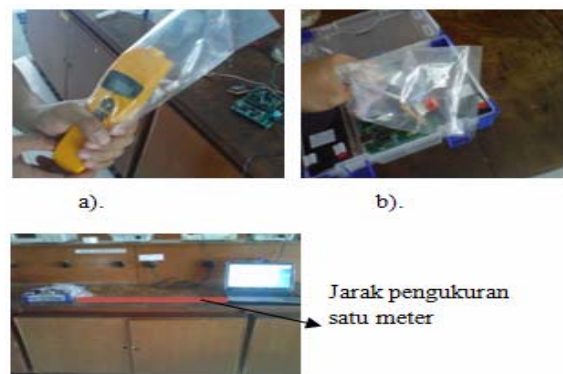
Dilakukan untuk mengetahui apakah jaringan yang dibuat telah akan memberikan hasil sesuai dengan yang direncanakan. Analisis didasarkan pada kondisi objek dengan menggunakan sensor gas CO dan suhu untuk *monitoring* kondisi pencemaran udara di area lingkungan luar (outdoor). Pada pengujian ini, data akan dipantau secara *real-time* pada semua sensor yang telah terpasang secara *point to point* atau *point to multipoint* dengan pengiriman data ke node server setiap satu detik dan pembacaan data sensor dilakukan setiap adanya permintaan data. Performansi jaringan dianalisa adalah *throughput*, *delay* dan jangkauan transmisi.

Kemudian konsumsi Arus yang dibutuhkan dalam pengiriman secara realtime.

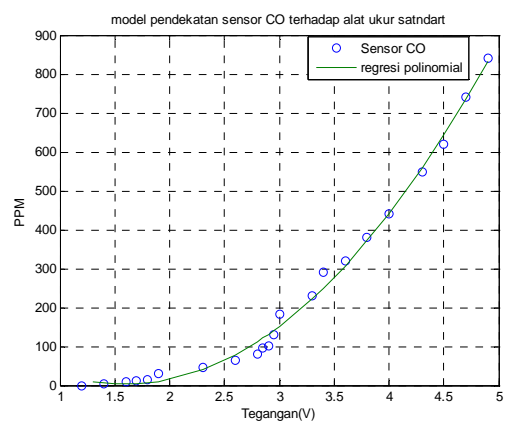
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kalibrasi Sensor Gas CO

Kalibrasi sensor gas CO dengan alat standart dilakukan pada tempat sampel yang sama, terlebih dahulu alat standart mengukur nilai ppm dari gas CO yang telah diambil dari asap kendaraan seperti pada gambar 6 a), kemudian dengan tempat sampel gas CO yang sama diukur dengan menggunakan sensor MQ-7 seperti pada gambar 6 b). jarak pengukuran satu meter dari node server seperti pada gambar 6 c). Dengan menggunakan model polynomial metode kuadrat terkecil pada persamaan 3) 4) 5) diperoleh pendekatan sensor terhadap alat ukur standart dpata dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. a). Alat Standart ,b). Sensor MQ-7, c). jarak pengukuran



Gambar 7. Pendekatan Sensor Gas CO terhadap alat ukur standart

kemudian didapatkan nilai konstanta  $\alpha$  maka persamaan menjadi  $y = 76.3 - 244.6x + 198.6x^2$ , dimana  $y$  = nilai ppm gas dan  $x$  = nilai tegangan sensor. Dari hasil persamaan pendekatan tersebut sensor gas CO dapat mendeteksi gas CO dari range 0-1000 PPM.



## B. Pengujian Jangkauan Maksimum, Throughput dan Konsumsi Arus

Pengujian dilakukan di area Kampus ITS Surabaya, dengan kondisi Line of Sight seperti pada gambar 9. Hasil pengukuran ditunjukkan Tabel 1. Dari Hasil tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil pengujian sistem dengan kondisi LOS jangkauan maksimum sebesar 50 meter. Sedangkan untuk kondisi NLOS jangkauan maksimum sebesar 12 meter hal ini dipengaruhi penghalang dan jenis material obstacle.



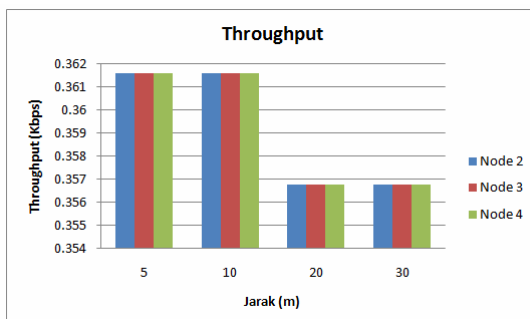
Gambar 8. Pengujian jangkauan transmisi kondisi LOS

Tabel 1. Hasil pengujian jangkauan transmisi node sensor kondisi LOS

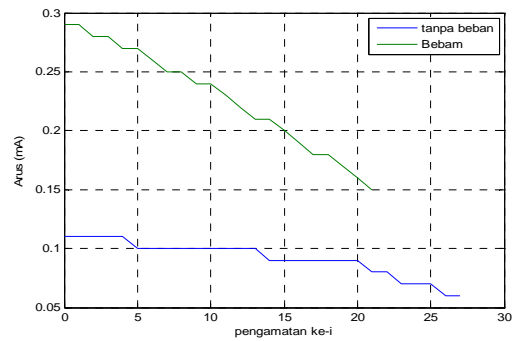
Jarak	Paket yang diterima Node server		Delay(ms)
	Paket CTS	Paket STD	
5 m	@21okB#	@21ukhuki661D#	1906
10 m	@21okB#	@21uivhn711D#	1906
20 m	@21okB#	@21uimvhn651D#	1922
30 m	@21okB#	@21uiovhv641D#	1922
40 m	@21okB#	@21ujfvhn741D#	1932
50 m	@21okB#	@21ujkvhn711D#	1984
55 m	-	-	-

Tabel 2. Hasil pengujian jangkauan maksimum node sensor kondisi NLOS

Posisi node sensor	Posisi node server	Jarak	Paket yang diterima node server		Delay (ms)
			Paket CTS	Paket STD	
Ruang Lab B304	Ruang Lab B 305 a	10 m	@21okB#	@21uivhn711D#	1925
Ruang Lab B304	Ruang Lab B 305 b	12 m	@21okB#	@21uivhn671D#	1929
Ruang Lab B304	Ruang Lab B 306	15 m	-	-	-



Gambar 9. Pengaruh Throughput terhadap jarak



Gambar 10. Pengaruh beban terhadap konsumsi Arus

Pengujian throughput dilakukan dengan bervariasi perubahan jarak dengan lama waktu pengamatan selama 15 menit untuk masing-masing node 2, 3, dan 4. Dari hasil pengukuran throughput pada gambar 9, didapatkan semakin jauh jarak node sensor terhadap node server maka kondisi paket data yang diterima semakin berkurang karena paket *loss*, sehingga terjadi penurunan throughput. Hasil throughput masing-masing node 0,36 kbps pada jarak 5 sampai 10 meter, sedangkan penurunan throughput berkurang setelah jarak 20 meter masing-masing node menjadi 0.35 kbps.

Pengamatan konsumsi arus dimaksudkan agar dapat mengetahui karakteristik konsumsi arus pada baterai yang digunakan *node* dalam sistem pemantauan lingkungan yang telah dirancang pada *wireless sensor network*. Pengamatan dilakukan dengan memberikan tanpa beban dan beban pada *node*. Setiap *node* dipasang baterai 9 Volt dengan brand Alkaline. Data pengukuran diambil dalam selang waktu rata-rata setiap 15 menit. Setiap pengamatan akan dicatat arus listrik yang ditunjukkan oleh amperemeter (mA) sampai dengan waktu kondisi *node* sensor tidak dapat mengirimkan data ke *node* server. Sedangkan grafik dari pengamatan pertama terhadap konsumsi arus pada *node* seperti terlihat pada Gambar 10, terlihat bahwa tanpa beban konsumsi arus hanya sebesar 0.11 mA, *node* sensor akan mati pada saat arus sudah mencapai 0.6 mA. Pada kondisi dengan beban konsumsi arus sebesar 0.29 mA.

## C. Pengujian Enkripsi/Dekripsi

Tabel 3. Pengujian Enkripsi/dekripsi

Node Sensor					Node Server				
Data ADC Sensor gas	Data ADC Sensor Suhu	Enkripsi dengan Kata kunci E46	Paketisasi Data	FCS (node sensor)	FCS Hitungan (node server)	Error	Dekripsi data sensor gas	Dekripsi data sensor suhu	
133	175	vgvkk	@31vgvkk761D#	76	76	0	133	175	
112	170	vehvkf	@31vehvkf661D#	66	66	0	170	112	
133	169	vgvjo	@31vgvjo731D#	73	73	0	133	169	
166	135	vgkvjl	@21vgkvjl721D#	72	72	0	166	135	
154	157	vijvim	@21vijvim691D#	69	69	0	154	157	

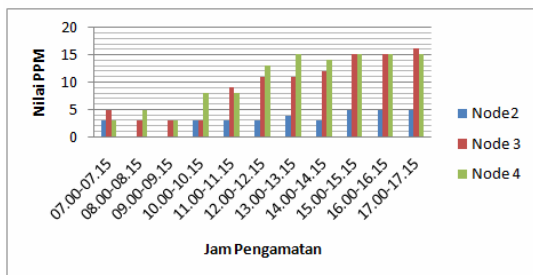
Pengujian enkripsi/dekripsi dilakukan dengan mengirimkan data asli dari hasil pembacaan gas dan temperature dari node sensor kemudian di bandingkan di node server apakah data yang sampai sesuai dengan . asli dari node sensor. Dari Hasil enkripsi/dekripsi menunjukkan hasil berjalan dengan baik. Data asli yang tiba di node server sesuai dengan data di node sensor.

#### D. Monitoring Kadar Polutan dan Temperature di lingkungan Outdoor

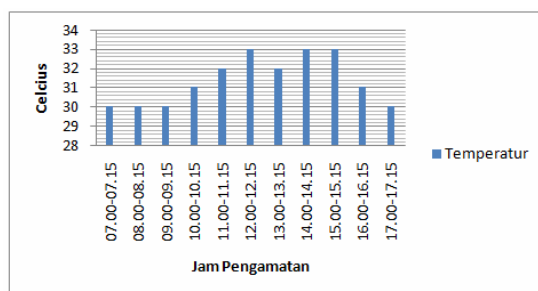
Monitoring gas CO dilakukan pada lingkungan luar (*outdoor*) kampus ITS Surabaya pada gambar 11. Pengamatan dilakukan setiap selang waktu 15 menit



Gambar 11. Pengukuran Kadar polutan



Gambar 12. Pengamatan kadar polutan gas CO



Gambar 13. Pengamatan temperature lingkungan

dari waktu kepadatan kendaraan di jalan raya kampus ITS Surabaya yaitu jam 07.00 sampai jam 17.00. Dari hasil pengukuran lingkungan yang didapatkan pada gambar 12 dan 13 diperoleh jumlah kadar polutan yang berbeda setiap jam dan kondisi temperature lingkungan. Kadar polutan akan selalu meningkat diatas jam 10.00 diatas 30 ° celcius. Hal ini disebabkan polutan CO sudah terkumpul dari

asap kendaraan. Dimana sifat gas CO terbentuk dari pembakaran tidak sempurna, salah satunya berasal dari asap kendaraan. Terlihat pendeteksian dari masing-masing node berbeda-beda, hal ini tergantung dari titik peletakan node sensor.

## V. KESIMPULAN

Dengan menggunakan pendekatan metode polynomial, sensor gas CO dapat mendeteksi range dari 0-1000 ppm sehingga sensor gas dapat mendeteksi level polutan yang berbahaya. Pengukuran jangkauan transmisi untuk kondisi LOS diperoleh jarak maksimal 50 meter. Sedangkan untuk NLOS sejauh 12 meter Hal ini menunjukkan dengan adanya penghalang atau *obstacle* akan mempengaruhi jangkauan transmisi. Hasil throughput masing-masing node 0,36 kbps pada jarak 5 sampai 10 meter, sedangkan penurunan throughput berkurang setelah jarak 20 meter masing-masing node menjadi 0.35 kbps. Penurunan ini disebabkan terjadinya *paket loss* pada saat transmisi. Pengaruh arus terhadap beban sangat besar, dengan adanya beban konsumsi arus lebih besar. Dari hasil monitoring gas CO dan temperature lingkungan jumlah kadar polutan sangat berkorelasi dengan jumlah kendaraan. Gas CO akan meningkat dari jam 10 sampai jam 17.00 dengan suhu temperature lingkungan diatas 30° celcius.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] European Environment Agency, *Air Pollution*. 2001.
- [2] Akyldiz, I.F, Sankarasubramaniam, Y, dan Cayirci, E., "A Survey on Sensor Network", *IEEE Commun Mag*, hal. 102-114. 2002.
- [3] D. Waltenegus, dan P. Cristian. 2010. *Fundamentals Of Wireless Sensor Networks*. John Wiley & Sons, Ltd.
- [4] Karl, Holger dan Wilig, Andreas. 2005. *Protocols and Architectures For Wireless Sensor Networks*. John Wiley & Sons, Ltd.
- [5] O.A Postolache, J.M. Dias Pereira, dan P.M.B. Silva Gilio., "Smart Sensor Network for Air Quality Monitoring Application", *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol 58. hal. 3253-3261. September 2009.
- [6] Y.C. Tsang, L.C. Chung, C.C. Chun, L.L. Wei, L.G. Ren, T.H. Chao, L.P. Shi., "Wireless Sensor Networks for Indoor air Quality Monitoring", *Sciverse ScienceDirect*. 2011
- [7] C. Allipi, R. Camplani, C. Galperti, M. Roveri., "A Robust, Adaptive, Solar-Powered WSN Framework for Aquatic Environmental Monitoring", *IEEE Sensor Journal*. vol 11. hal 45-55. Januari 2011.

- [8] Dierdonck, N. V., "Throughput and Delay Analysis of Unslotted," *IEEE 802.15.4. Academy Publisher. Zele-Belgium*. 2006
- [9] Verdone, R., Dardari, D., Mazzini, G., Conti, A., *Wireless Sensor and Actuator Networks: Technologies, Analysis and Design*. Elsevier Ltd, London. 2008







# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **MULTIMEDIA**

---



# VIRTUAL WEB 3D UNTUK GARMENT MODELLING BERDASARKAN ANTHROPOMETRY

**Endra Rahmawati**

*Program Studi Sistem Informasi STMIK STIKOM Surabaya*

*Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya*

*081331798636*

*E-mail : endra\_rahmawati@yahoo.com*

## **Abstrak**

Kesempurnaan bentuk tubuh manusia dapat dijadikan objek penelitian yang sangat penting, terutama dalam dunia pemodelan 3D. Pemodelan 3D tubuh manusia dapat dibentuk dengan berbagai jenis metode dan teknik pemodelan 3D. Salah satu teknik pemodelan 3D tubuh manusia adalah dengan menggunakan *3D Body Scanners* untuk mendapatkan sebuah model tubuh manusia. Metode tersebut masih memiliki kekurangan yaitu kesulitan dalam hal pengontrolan dan modifikasi berdasarkan perbedaan bentuk tubuh. Pengukuran tubuh secara tradisional ini, biasa dilakukan oleh para penjahit baju, untuk menyesuaikan bentuk tubuh pemesan dengan bentuk baju yang diinginkan. Pada dasarnya, pengukuran tubuh ini menggunakan konsep Anthropometry. Dengan adanya konsep anthropometry, maka pemodelan 3D tubuh dapat menggunakan parameter pada *Spreadsheet Anthropometry Scaling System (SASS)*.

Virtual web yang dibangun pada penelitian ini disebut sebagai virtual web 3D garment modelling. Pada tampilan awal sistem, pemodelan tubuh manusia ditampilkan dengan ukuran default sesuai parameter pada SASS, yang membedakannya hanya gender, laki-laki atau perempuan. Kemudian menggunakan teknik interpolasi, ukuran model tubuh ini diubah sesuai dengan inputan user berdasarkan 14 parameter pengukuran tubuh. Data pengukuran yang diinputkan pada sistem ini diantaranya jenis kelamin, berat tubuh, panjang badan, panjang kaki, lingkar badan, lingkar pinggang, sampai pada lingkar pinggul. Hasil generate model tubuh yang baru akan dipadukan dengan model baju yang disediakan oleh sistem. Proses inilah yang selanjutnya disebut sebagai *garment modelling*. Dengan penelitian ini, dunia usaha atau bisnis garment dapat dipermudah melalui garment modelling berbasis virtual web dalam bentuk tiga dimensi.

Kata Kunci : Virtual Web 3D, Garment Modelling, Pemodelan Tubuh Manusia, Anthropometry..

## **1. Pendahuluan**

Tubuh merupakan bagian utama pembentuk manusia. Apabila dibandingkan dengan makhluk lainnya, manusia mempunyai bentuk tubuh yang sangat indah dan sempurna. Kesempurnaan bentuk tubuh manusia dapat dijadikan objek penelitian yang sangat penting, terutama dalam dunia pemodelan 3D [2]. Pemodelan 3D tubuh manusia dapat dibentuk dengan berbagai jenis metode dan teknik pemodelan 3D. Pada umumnya metode dan teknik tersebut membutuhkan proses yang sangat panjang.

Salah satu teknik pemodelan 3D tubuh manusia adalah dengan menggunakan *3D Body Scanners* untuk mendapatkan sebuah model tubuh manusia. Selain *3D Body Scanners*, pemodelan tubuh manusia dapat menggunakan *video stereo*, struktur lampu, atau menggunakan *images 2D*

berupa foto. Metode tersebut masih memiliki kekurangan yaitu kesulitan dalam hal pengontrolan dan modifikasi berdasarkan perbedaan bentuk tubuh [7].

Di samping itu, proses pengolahan data mentahnya membutuhkan waktu yang lama dalam menghasilkan model tubuh manusia. Lamanya proses pemodelan ini tidak dapat diterapkan pada beberapa aplikasi, seperti aplikasi games, khususnya games 3D yang membutuhkan banyak model 3D. Contoh lain yaitu aplikasi untuk industri garmen yang telah mempunyai banyak jaringan, terutama melalui website. Apabila pesanan baju meningkat, *3D Scanner Body* tidak mungkin disediakan di berbagai tempat yang mempunyai fasilitas internet. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibentuk suatu model 3D tubuh manusia melalui input data hasil pengukuran tubuh secara tradisional (*tape-*

*measurement number*), yang dilakukan oleh individu yang ingin memesan baju pada industri garmen tersebut.

Pengukuran tubuh secara tradisional ini biasa dilakukan oleh para penjahit baju, untuk menyesuaikan bentuk tubuh pemesan dengan bentuk baju yang diinginkan. Dari pengukuran tersebut akan dihasilkan angka – angka yang menunjukkan ukuran dan bentuk tubuh seseorang. Pada dasarnya, pengukuran tubuh ini menggunakan konsep Anthropometri.

Anthropometry merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia, termasuk variasi bentuk wajah dan tubuh manusia secara sistematis. Dengan adanya konsep anthropometry, maka muncul berbagi macam metode untuk pemodelan tubuh menggunakan parameter dengan memanfaatkan hasil analisa data survey anthropometry pada penelitian sebelumnya.

Menurut Grosso, model tubuh direpresentasikan dalam bentuk silinder, tergantung dari posisi tubuh, dan pembagian tubuh dimana masing – masing bagian mempunyai lebar, tinggi, dan kedalaman [4]. Berdasarkan *Spreadsheet Anthropometry Scaling System* (SASS), model tubuh manusia dapat dimanipulasi dengan sebuah sistem bernama "JACK" [1]. Sistem ini dapat membentuk standart model tubuh manusia berdasarkan proses populasi data secara statistik.

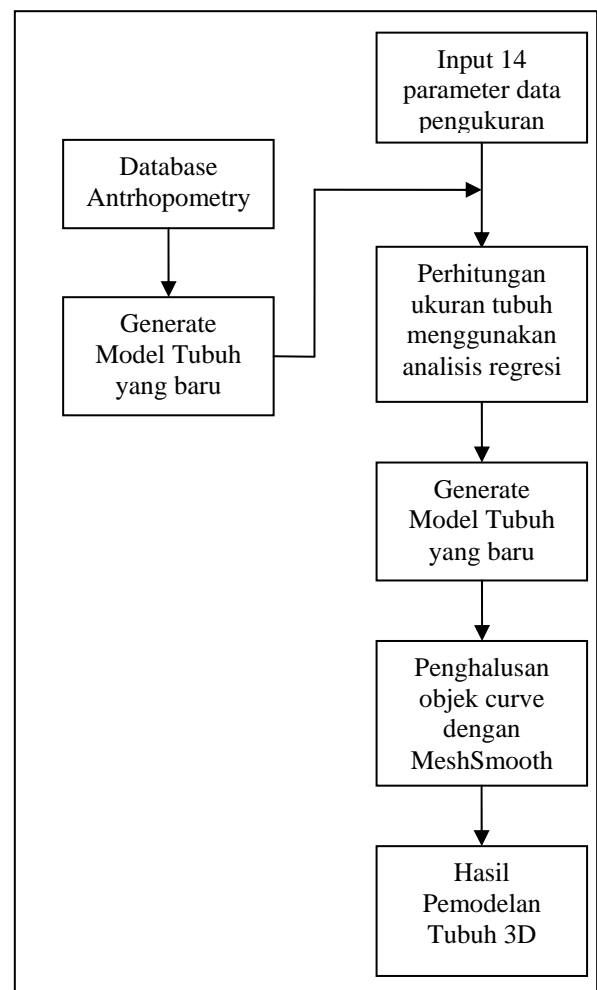
Setelah terbentuk model 3D tubuh manusia maka dapat digunakan sebagai garment modelling dengan menambahkan pakaian (baju). Penambahan pakaian ini disesuaikan dengan bentuk tubuh hasil pemodelan 3D sebelumnya. Berbagi jenis teknik dan metode telah disediakan untuk keperluan garment modelling diantaranya adalah metode *Implicit Euler Integration*, penggunaan algoritma dengan perpaduan antara *Explicit/Implicit Integration*, dan *Collision Detection* [7]. Metode *Implicit Euler Integration* membentuk model 3D baju dengan cara instant untuk objek yang sederhana. Algoritma *Explicit/Implicit Integration* membentuk model 3D baju dengan mengintegrasikan metode *Voxel-Based Collision Detection*. Sedangkan *Collision Detection* membentuk model 3D tubuh menggunakan z-buffer yang tidak berpengaruh pada kompleksitas tubuh manusia.

Dengan adanya permasalahan di atas, maka dibutuhkan sebuah metode pemodelan 3D tubuh manusia yang lebih *real-time*. Sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi secara efisien dan menyerupai bentuk sesungguhnya. Pemodelan 3D tubuh manusia ini dapat menggunakan konsep dari Anthropometry dan

Anatomi Manusia. Sedangkan untuk penambahan pakaian pada model tubuh merupakan proses Garment Modelling. Garment Modelling juga dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi seperti aplikasi web untuk industri garmen dan simulasi pemodelan manusia.

## 2. Pemodelan Tubuh 3D

Pemodelan tubuh 3D pada penelitian ini dilakukan berdasarkan inputan parameter pada web, kemudian bentuk permukaan tubuh/objek curve akan disimulasikan berdasarkan prinsip anthropometry. Pada awalnya model tubuh akan ditampilkan secara default. Setelah ada inputan parameter dari user, maka akan dihitung ukuran baru dari model tubuh. Perhitungan ini dilakukan menggunakan model matematika statistik dengan analisis regresi berdasarkan koefisien korelasi pada 4 titik yaitu, lingkaran badan atas, lingkaran dada, lingkaran pinggang, dan lingkaran pinggul. Adapun bentuk flowchart untuk pemodelan tubuh 3D dapat dilihat di bawah ini :



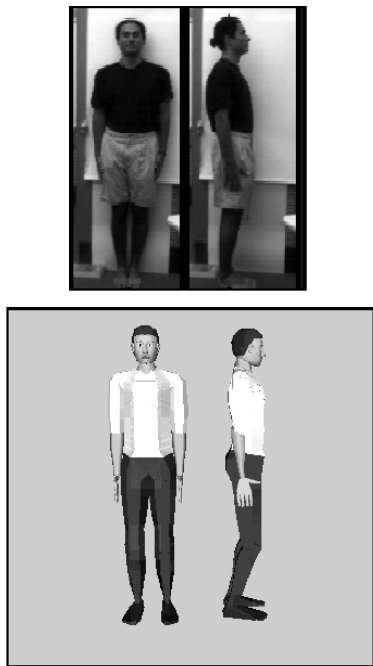
## 2.1. Anthropometry

Anthropometry merupakan ilmu biologi yang mempelajari tentang bentuk dan ukuran tubuh manusia secara sistematis, baik berbagai jenis bentuk wajah maupun tubuh manusia.

Koleksi sistematis dari pengukuran anthropometry, memungkinkan dilakukannya berbagai macam investigasi statistic dari sebuah kelompok, yang menyediakan informasi tentang desain produk seperti baju, kaos kaki, peralatan pengaman (safety equipment), furniture, dan produk-produk lainnya.

Sejak anthropometry dikenalkan pada konsep komputer grafik, banyak penelitian yang mengarah pada aplikasi data anthropometry pada pembentukan 3D tubuh manusia [9]. Adapun sistem yang dibuat untuk menciptakan standart model tubuh manusia dan dapat dimanipulasi berdasarkan *Spreadsheet Anthropometry Scaling System* (SASS). Sistem ini dapat membentuk standart model tubuh manusia berdasarkan proses populasi data secara statistik[1] seperti pada Gambar 1.

Untuk menginisialisasi pemodelan manusia, sistem tersebut membaginya menjadi 3 kelompok, dimana 24 bagian merupakan representasi secara geometri. Setiap segmen atau struktur tubuh secara representasi geometri dibagi menjadi 3 pengukuran, yaitu panjang, lebar, dan ketebalan. Pengukuran tersebut dikompilasi dari NASA Man System – Integration Manual [5] dan Anthropometry Source Book [6].



Gambar 1. Hasil Generate Pemodelan Tubuh pada Sistem SASS.

Pada penelitian ini, pengukuran model tubuh ditentukan dari ukuran 10 bagian tubuh, yaitu :

1. Lingkar Badan
2. Lingkar Pinggang
3. Lingkar Leher
4. Panjang Lebar Dada
5. Panjang Lebar Punggung
6. Lebar Bahu
7. Panjang Lengan
8. Lingkar Lengan
9. Lingkar Pergelangan Tangan
10. Lingkar Pinggul

## 2.2. Teknik Interpolasi

Pada beberapa referensi penelitian, disediakan beberapa model tubuh dengan ukuran default (belum diubah), akan digenerate berdasarkan ukuran tubuh yang telah ditentukan. Walaupun faktor ketergantungan sangat tinggi pada sistem seperti ini, namun teknik interpolasi atau pendekatan berdasarkan contoh dapat membantu secara intensif untuk proses blending pemodelan tubuh manusia [3].

Selain pendekatan berdasarkan contoh, ada pun pendekatan yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu yang digunakan dalam pemodelan tubuh disebut sebagai pendekatan *automatic models*. Pendekatan ini bertujuan untuk membentuk model tubuh secara real time dengan kontrol pengukuran berdasarkan parameter anthropometry. Contoh pemodelan tubuh menggunakan pendekatan *automatic models* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Berbagai macam model tubuh yang digenerate dari ukuran parameter anthropometry.

## 2.3. Garment Modelling

Banyaknya industri garmen saat ini dan kebutuhan pakaian menyebabkan dampak semakin banyaknya permintaan pakaian, baik untuk anak-anak maupun dewasa. Pengukuran tubuh secara tradisional ini, biasa dilakukan oleh para penjahit baju, untuk menyesuaikan bentuk tubuh pemesan dengan bentuk baju yang diinginkan. Dari peng-

ukuran tersebut akan dihasilkan angka – angka yang menunjukkan ukuran dan bentuk tubuh seseorang. Setelah proses pengukuran, masih harus menunggu proses penjahitan baju sampai selesai.

Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini menawarkan konsep *Garment Modelling* untuk memudahkan pengukuran baju dengan model dan bentuk tubuh. Setelah pemodelan tubuh dibentuk, pemasangan baju dilakukan dengan menyamakan bentuk tubuh berdasarkan titik-titik vertex untuk model curve [8]. Vertek tersebut dibentuk berdasarkan inputan ukuran anthropometry dan jarak pakaian dengan model tubuh manusia. Contoh pemasangan baju pada model tubuh manusia dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemasangan baju untuk model tubuh pada Proses Garment Modelling

## 2.4. Virtual Web 3D

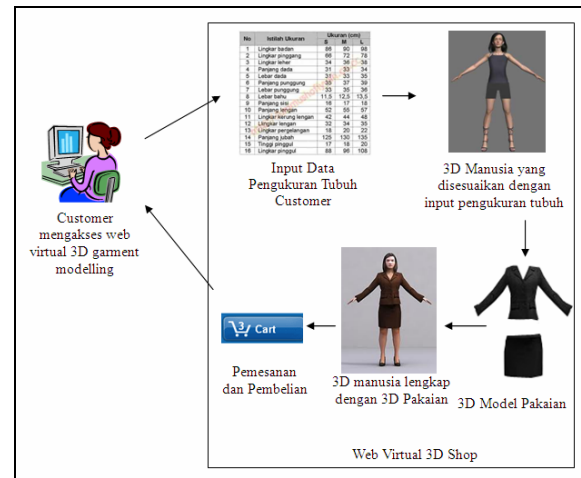
Virtual Web 3D mengacu pada desain tiga dimensi yang ditampilkan secara virtual sehingga objek dapat dilihat bersamaan dari berbagai sisi. Virtual web 3D membantu memvisualisasikan objek-objek tiga dimensi pada layar komputer. Teknologi Virtual Web 3D dapat diterapkan di berbagai bidang yang dikenal sebagai “Virtual Reality” atau “Virtual Word” atau “Virtual Environment”.

## 3. Pembahasan Penelitian

Peta konsep pemodelan Sistem Virtual Web 3D untuk Garment Modelling dapat dilihat pada Gambar 4. Virtual Web 3D untuk Garment Modelling ini terdiri dari 6 tahap utama yang harus dilalui untuk dapat melakukan proses pemodelan tubuh sampai generate pemasangan baju pada model baju. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

- Customer mengakses web virtual 3D garment modelling.
- Input data pengukuran tubuh customer.
- Pemodelan tubuh 3D Manusia yang disesuaikan dengan input pengukuran tubuh.
- Pemilihan 3D Model Pakaian.

- Pemodelan 3D Manusia lengkap dengan 3D pakaian.
- Pemesanan dan Pembelian Pakaian.



Gambar 4. Pemodelan Sistem Virtual Web 3D untuk Garment Modelling.

Tahap Awal berada pada sisi customer yang mengakses virtual web 3D untuk garment modelling. Pada tampilan awal virtual 3D pelanggan dihadapkan pada beberapa menu pilihan, diantaranya :

- Menu Pengukuran
- Menu Pemodelan Tubuh
- Menu Pemilihan Model Baju
- Menu Generate Pemasangan Baju sesuai Pemodelan Tubuh.

Berdasarkan menu pilihan tersebut, tahap kedua yang harus dilakukan pelanggan adalah menginputkan data pengukuran tubuh. Data Pengukuran yang diinputkan pada sistem ini adalah sebagai berikut :

- Jenis Kelamin (Laki-laki/Perempuan)
- Berat Tubuh (Kg)
- Panjang badan, mulai dari leher hingga batas pinggang (cm)
- Panjang Kaki, mulai batas pinggang hingga batas mata kaki (cm)
- Lingkar Badan (cm)
- Lingkar Pinggang (cm)
- Lingkar Leher (cm)
- Panjang Lebar Dada (cm)
- Panjang Lebar Punggung (cm)
- Lebar Bahu (cm)
- Panjang Lengan (cm)
- Lingkar Lengan (cm)
- Lingkar Pergelangan Tangan (cm)
- Lingkar Pinggul (cm)

Setelah tahap awal selesai, tahap kedua merupakan menu pilhan kedua, dimana data pengukuran tubuh yang sudah diinputkan dapat digenerate menjadi model tubuh sesuai jenis kelamin. Pada Gambar 5 dapat dilihat contoh pemodelan tubuh untuk pengguna perempuan. Hasil pemodelan tubuh tersebut juga dapat diubah-ubah, misalkan berdasarkan panjang badan dan panjang kaki. Data Pengukuran sebanyak 14 parameter tersebut dapat membentuk pemodelan tubuh sesuai konsep Anthropometry tubuh manusia.



(a)



(b)

**Gambar 5.**

a. Hasil Generate Pemodelan Tubuh Manusia dengan parameter jenis kelamin perempuan, panjang badan = 50 cm, dan panjang kaki = 75 cm.

b. Hasil Generate Pemodelan Tubuh Manusia dengan parameter jenis kelamin perempuan, panjang badan = 62 cm, dan panjang kaki = 94 cm



(c)

**Gambar 5**

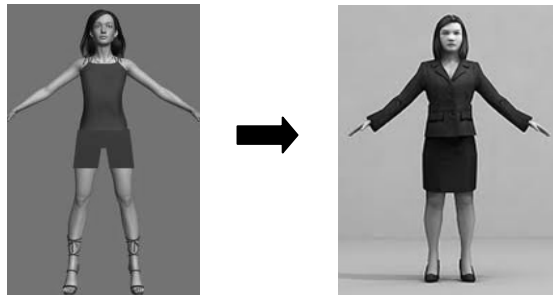
c. Hasil Generate Pemodelan Tubuh Manusia dengan parameter jenis kelamin perempuan, panjang badan = 70 cm, dan panjang kaki = 99 cm

Jika hasil generate pemodelan tubuh sudah sesuai yang diinginkan, selanjutnya pelanggan dapat memilih menu pemilihan model baju. Pada tahap ketiga ini, pelanggan dapat memilih model baju sesuai keinginan. Proses ini hanya memilih model baju saja, tanpa proses pemasangan pada model tubuh yang sudah ditentukan sebelumnya. Contoh salah satu model baju dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Salah satu Model Baju pada Garment Modelling**

Setelah pemilihan model baju, menu pilihan atau tahap selanjutnya adalah Generate Pemasangan Baju sesuai Bentuk Tubuh. Model baju yang sudah dipilih pada menu sebelumnya, dapat dipasangkan pada model tubuh pada menu 1. Pada tahap kelima ini, baju dipasangkan pada model tubuh menggunakan perhitungan ukuran anthropometry dan jarak pakaian dengan model tubuh manusia. Dengan input ukuran jarak pakaian ini, pengguna dapat melihat perbedaan pemakaian baju senyaman mungkin sesuai bentuk tubuhnya.



Gambar 7. Contoh Hasil Garment Modelling

#### 4. Hasil Penelitian

Dari penelitian Virtual Web 3D untuk Garment Modelling ini, ada beberapa point penting yang perlu diperhatikan, diantaranya sebagai berikut

##### a. Speed (kecepatan)

Kecepatan merender pada saat pemodelan tubuh dalam bentuk 3D, memang memerlukan waktu yang agak lama untuk bentuk tubuh orang gemuk. Hal ini dikarenakan inputan data parameter ukuran tubuh lebih besar, sehingga objek 3D yang dihasilkan juga lebih kompleks. Namun jika pemodelan tubuh anak-anak atau dengan kata lain inputan parameternya kecil, proses rendernya lebih cepat dibandingkan dengan inputan parameter yang besar.

Pada gambar 8 menunjukkan lamanya waktu merender orang bertubuh kurus. Sedangkan gambar 9 menunjukkan lamanya waktu merender orang bertubuh gemuk. Perbedaan waktu render terpaut antara 3 – 4 menit. Hal ini dikarenakan perbedaan inputan pada parameter tubuh. Namun, parameter yang berperan paling signifikan adalah lingkar badan, lingkar pinggang dan lingkar pinggul. Jika user menginputkan ukuran lingkar badan diatas 110cm, lingkar pinggang diatas 100cm dan lingkar pinggul diatas 130cm, maka orang tersebut dapat dikatakan gemuk. Sehingga waktu renderpun semakin lama.

Jenis Kelamin	<input type="radio"/> Laki-laki	<input checked="" type="radio"/> Perempuan
Berat Tubuh (Kg)	<input type="text" value="53"/>	
Panjang Badan (cm)	<input type="text" value="38"/>	
Panjang Kaki (cm)	<input type="text" value="124"/>	
Lingkar Badan (cm)	<input type="text" value="90"/>	
Lingkar Pinggang (cm)	<input type="text" value="72"/>	
Lingkar Leher (cm)	<input type="text" value="38"/>	
Lebar Dada (cm)	<input type="text" value="52"/>	
Lebar Punggung (cm)	<input type="text" value="50"/>	
Lebar Bahu (cm)	<input type="text" value="12"/>	
Panjang Lengan (cm)	<input type="text" value="55"/>	
Lingkar Lengan (cm)	<input type="text" value="35"/>	
Lingkar Pergelangan Tangan (cm)	<input type="text" value="16"/>	
Lingkar Pinggul (cm)	<input type="text" value="95"/>	
<input type="button" value="Proses"/>		



Gambar 8. Hasil Garment Modelling untuk orang bertubuh kurus membutuhkan waktu 12 detik.

Berdasarkan gambar 8, hasil garment modelling orang bertubuh kurus membutuhkan waktu render 12 detik. Pemodelan tubuh dengan inputan ukuran pada gambar tersebut, dapat memilih baju dengan klasifikasi ukuran M. Pada sistem ini, ukuran S memiliki rentang nilai 83-88cm. Ukuran M memiliki rentang nilai antara 89-92cm. Ukuran L memiliki rentang nilai antara 93-100cm. Sedangkan ukuran XL memiliki rentang nilai antara 100-110cm. Rentang nilai tersebut merupakan rentang nilai untuk lingkar badan. Jika orang tersebut memiliki rentang nilai lingkar badan diatas 110, maka orang tersebut memerlukan ukuran baju lebih besar dari XL dan dikatakan gemuk.



Jenis Kelamin	<input type="radio"/> Laki-laki <input checked="" type="radio"/> Perempuan
Berat Tubuh (Kg)	<input type="text" value="70"/>
Panjang Badan (cm)	<input type="text" value="40"/>
Panjang Kaki (cm)	<input type="text" value="124"/>
Lingkar Badan (cm)	<input type="text" value="100"/>
Lingkar Pinggang (cm)	<input type="text" value="80"/>
Lingkar Leher (cm)	<input type="text" value="40"/>
Lebar Dada (cm)	<input type="text" value="45"/>
Lebar Punggung (cm)	<input type="text" value="40"/>
Lebar Bahu (cm)	<input type="text" value="15"/>
Panjang Lengan (cm)	<input type="text" value="57"/>
Lingkar Lengan (cm)	<input type="text" value="40"/>
Lingkar Pergelangan Tangan (cm)	<input type="text" value="23"/>
Lingkar Pinggul (cm)	<input type="text" value="110"/>
<input type="button" value="Proses"/>	



**Gambar 9.** Hasil Garment Modelling untuk orang bertubuh gemuk membutuhkan waktu 3 menit 58 detik.

#### b. Accuracy (ketepatan)

Ketepatan dalam menghasilkan model tubuh sesuai inputan data pengukuran dapat dikatakan sangat signifikan. Hal ini dikarenakan terdapat 14 parameter yang digunakan sebagai dasar anthropometry. Namun ada beberapa hal yang perlu diperhatikan pada proses garment modelling ini, diantaranya :

- Semua ukuran tubuh (parameter), harus diisi. Apabila ada yg tidak diisi maka bentuk pemodelan tubuh menjadi tidak sempurna.

- Ada parameter yang kurang diperhatikan saat pemodelan tubuh, yakni, lingkar paha. Hal ini dikarenakan bentuk tubuh yang berbeda pada setiap orang, misalnya orang tersebut termasuk kurus untuk lingkar badan, namun lingkar pahanya besar. Sehingga model baju tidak dapat menutupi model tubuh.

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Pemodelan tubuh manusia dalam dunia garmen sangat membantu memvisualisasikan keinginan pengguna.
- Hasil generate pemasangan model baju pada model tubuh dapat dibentuk secara akurat menggunakan parameter anthropometry dan inputan jarak baju dengan model tubuh.
- Virtual Web 3D dapat digunakan di segala bidang dengan berbagai macam objek 3D.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Azuola, Fransisco; et al. 1994. Building Anthropometry Based Virtual Human Models. University of Pennsylvania.
- [2] B. Allen, B. Curless and Z. Popovic. 2003. The Space of Gllbody Shapes:Reconstruction and Parameterization from Range Scans, proceedings *SIGGRAPH 2003*, Addison-Wesley.
- [3] C.Rose, M.Cohen, and B. Bodenheimer. 1998. Verb and Adverb : Multidimensional Motion Interpolation Using RBF. *IEEE Computer Graphics and Aplication*, Vol.18, No.5, pp 32-40.
- [4] Grosso, Marc; et al. 1987. Anthropometry for Computer Graphics Humanfigures. Department of Computer and Information Science University of Pennsylvania.
- [5] Anthropometric Source Book Volume 1 and II. 1978. NASA Reference Publication 1024. Yellow Spring, Ohio.
- [6] Man System Integration Manual (NASA – STD – 3000). 1995. NASA.
- [7] Thalmann, Nadia M; et al. 2003. Automatic Modeling of Virtual Human and Body Clothing. *MIRALab – University of Geneva*.
- [8] Wang Wei, L I Yan and He Hangen. 2006. Chinese Anthropometry-Ba Sed ScaLingMethod for Virtua Human [J], *computer simulation*, vol .7, 2006.
- [9] Yao, Junfeng; et al. 2008. R&D of a Parameterized Method for 3D Virtual Human Body Based on Anthropometry. Software School of Xiamen University.

### [CV Penulis]

**Endra Rahmawati**, menyelesaikan studi S1 di bidang Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya pada tahun 2009. Setelah meraih gelar sarjana, penulis melanjutkan kuliah S2 jurusan Magister Teknologi Informasi di Institut Sains Terapan dan Teknologi Surabaya (iSTTS) pada

tahun 2010. Di samping kuliah S2, penulis juga merangkap kerja sebagai Staff IT di Institut 10 November Surabaya (ITS). Dalam kurun waktu 2 tahun, penulis meraih gelar magister komputer, sekaligus mengabdikan dirinya sebagai Dosen Sistem Informasi di STIMIK STIKOM Surabaya mulai pertengahan tahun 2012 sampai sekarang.



# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **PENGOLAHAN CITRA DAN GRAFIKA**

---



# KOMPARASI TEKNIK AKSELERASI UNTUK REPRESENTASI ONLINE MENGGUNAKAN GAYA VISUALISASI *VIRTUAL REALITY*

Mursid W. Hananto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Sistem Informasi, Fakultas MIPA, Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Prof. Dr. Soepomo SH, Janturan, Yogyakarta 55164  
Telp. (0274)379418, Faks.(0274)381523  
E-mail: toxynusca@yahoo.com

## Abstrak

Aspek tampilan pada suatu situs yang mengutilisasi gaya tampilan *Virtual Reality* (VR) melalui penggunaan teknologi Web3D adalah salah satu hal yang utama untuk diperhatikan. Salah satunya adalah dengan menambah kompleksitas tampilan dan menambahkan beragam konten agar model 3D yang dihasilkan semakin menarik. Sekalipun demikian, apabila tampilan nampak sedemikian menarik tetapi tidak lancar atau tersendat-sendat, akan tetap nampak mengecewakan di mata pengunjung situs. Hal ini semakin terlihat pada komputer yang tidak secara khusus memiliki perangkat keras akselerasi 3D. Diperlukan suatu cara untuk mengakselerasi tampilan situs Web3D agar tetap layak ditampilkan dengan komputer manapun.

Beberapa modus akselerasi grafika 3D dapat diterapkan dalam Web3D. Modus yang paling memungkinkan untuk dapat diterapkan dengan cepat adalah dengan menggunakan suatu cara pendefinisian obyek 3D sesuai teknik penggambaran model 3D di layar yang bersifat tertentu agar dicapai efek percepatan rendering di browser pengguna. Terdapat 4 cara penggambaran yang dibandingkan, yaitu standar (menggunakan triangle), N-gon, Quadrilateral, dan Visible edge. Masing-masing teknik diimplementasikan pada beberapa obyek kompleks yang diambil dari situs Web3D kampus 3 UAD Yogyakarta. Pembandingan dilakukan dengan melihat kinerja obyek yang sama tetapi dirender dengan teknik penggambaran yang berbeda.

Hasil pengujian pada keempat teknik rendering model 3D menunjukkan bahwa perbedaan hasil memang muncul, hanya saja perbedaan secara kuantitas tidak terlalu mencolok. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bentuk dan kompleksitas tertentu dapat lebih sesuai dengan sebuah teknik rendering tertentu pula, tetapi polanya masih belum didapatkan karena obyek yang digunakan sebagai sampel jumlahnya sedikit. Meskipun demikian, perlu diingat bahwa uji perbandingan dilakukan pada obyek-obyek tunggal, sedangkan sebuah situs Web3D modern biasanya terdiri dari ratusan ataupun ribuan obyek kompleks seperti pada situs yang obyeknya digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini. Disarankan untuk melakukan pembandingan pada satu situs lengkap untuk melihat efek hasil secara keseluruhan yang lebih jelas berdasar teknik rendering yang digunakan.

*Kata Kunci : akselerasi, komparasi, rendering, Web3D, virtual, reality*

## 1. Pendahuluan

Dari beragam hal yang dapat ditampilkan di Internet dan difungsikan sebagai sumber informasi, visualisasi obyek yang memiliki suatu bentuk fisik adalah salah satu penerapan yang cukup sering ditemui. Penerapan dilakukan dengan memodelkan obyek tersebut sehingga memiliki bentuk versi elektronik digital yang diserupakan dengan obyek fisik lainnya. Bentuk penerapan ini menggunakan gaya visualisasi yang disebut dengan *Virtual Reality* (VR) untuk meniru model interaksi alamiah manusia

di dunia nyata yang didasarkan atas pandangan mata pengguna dan kebebasan dalam bergerak. Hal ini dikarenakan VR dapat membentuk lingkungan maya yang dibuat oleh perangkat keras dan perangkat lunak komputer, dan disajikan kepada pengguna dengan cara sedemikian rupa sehingga nampak dan terasa seperti lingkungan yang nyata, seperti telah didefinisikan oleh peneliti Arizona State University (ASU) Amerika Serikat dalam (Collins, 2005).

Dalam (Pesce, 1995), disebutkan bahwa VR menerapkan pola visualisasi tiga dimensi (3D) untuk dapat menghasilkan tampilan yang meniru gaya

tampilan dunia nyata yang menerapkan enam derajat kebebasan gerak sesuai sumbu x, y, dan z (kiri-kanan, maju-mundur, atas-bawah). VR memungkinkan pengguna mendapatkan tampilan maupun menjelajah suatu visualisasi seperti di dunia nyata. Dalam dunia web, implementasi VR diaplikasikan dengan teknologi Web3D yang telah distandardisasi oleh konsorsium Web3D sebagai standar ISO/IEC 14722 (Anonymous, 2003).

Teknologi Web3D memungkinkan untuk memadukan teknologi web dan grafika 3D untuk menampilkan gambaran suatu representasi obyek seperti yang dibutuhkan dan fitur-fitur pendukung lewat elemen web konvensional, secara online terus-menerus di Internet tanpa batasan waktu dan tinggal menunggu pengunjung situs untuk mengaksesnya. Teknologi Web3D juga dapat menghasilkan visualisasi dan gaya interaksi yang mirip dengan cara manusia bergerak dan melihat serta memperlakukan beragam obyek di dunia nyata. Karena berfokus pada tampilan obyek secara 3D, Web3D sangat berpotensi untuk menampilkan kondisi infrastruktur fisik, sehingga cocok pula untuk memvisualisasikan suatu obyek dengan kompleksitas dan tingkat realisme yang tinggi.

Terdapat sebuah permasalahan utama dalam melakukan visualisasi obyek kompleks menggunakan teknologi Web3D. Permasalahan tersebut adalah hal klasik yang dijumpai sejak awal Web3D distandardisasi, yaitu sumberdaya komputasi. Seperti telah umum diketahui, grafika 3D adalah bentuk informasi yang memerlukan kemampuan pengolahan yang sangat tinggi dari komputer yang digunakan untuk menampilkannya.

Permasalahan ini muncul dengan sangat jelas dalam situs Web3D Kampus 3 UAD seperti telah disebutkan dalam (Hananto, 2007). Penelitian tersebut menghasilkan sebuah situs Web3D Kampus 3 UAD dan sekaligus berusaha memperlihatkan bahwa tampilan obyek secara 3D dapat dibuat dengan detail tinggi dan kompleks seperti aslinya, tidak seperti umumnya situs Web3D lain yang banyak mengandalkan citra raster untuk “membentuk” tampilan permukaan suatu obyek yang seharusnya rumit. Kampus 3 UAD memang dapat ditampilkan dalam detail yang sangat tinggi karena semua obyek yang digunakan (kecuali obyek yang memang dianggap rata semisal lantai) ditampilkan menggunakan poligon 3D kompleks lengkap dengan kontur dari permukaan maupun kulit (dengan lapisan citra raster bitmap) agar terlihat realistis. Tetapi kinerja komputer menurun sangat drastis saat situs Web3D ini tampil sepenuhnya di layar, ditandai dengan beratnya navigasi dan rendahnya hitungan frame per detik dari proses

rendering yang mengindikasikan bahwa tampilan akan terasa tidak responsif saat dijelajahi, pergantian tampilan akan terlihat kasar, dan waktu tunggu untuk mendapatkan tampilan obyek tertentu dapat menjadi panjang.

Meskipun obyek Web3D dapat dioptimalisasi saat akan dibentuk menjadi obyek yang dapat ditransmisikan lewat Internet (Hananto, 2010), optimalisasi pada format obyek saja ternyata belum mencukupi untuk mendapatkan suatu tampilan situs Web3D yang dapat ditampilkan pada komputer manapun tanpa terasa berat. Obyek-obyek dapat divisualisasikan dengan tingkat detail yang terlalu tinggi, membuat komputer pengunjung terlalu berat bekerja. Hal ini terasa semakin parah ketika digunakannya beragam efek visual yang sangat kompleks, sehingga adapter grafis, prosesor, memori, dan semua subsistem pada komputer pengunjung benar-benar dipaksa sampai ke batasnya, itupun masih dengan hasil yang kurang menyenangkan untuk dinikmati.

Penggunaan komputer dengan spesifikasi sangat tinggi dan dengan adapter grafis yang juga berkualifikasi tinggi dapat mengurangi permasalahan ini, tetapi tidak semuanya. Bahkan tidak semua pengguna memiliki komputer dengan komponen yang berspesifikasi tinggi karena harganya termasuk mahal. Para pengguna juga diketahui biasa menjalankan lebih dari satu program di komputernya dalam satu saat (karena kemampuan *multi-tasking* dari komputer dan sistem operasinya), sehingga semakin mengurangi alokasi sumberdaya yang dapat digunakan oleh obyek dalam situs Web3D. Optimalisasi obyek memang dapat meringankan beban kerja jaringan dalam mentransmisikan dokumen pembentuk Web3D, tetapi cara ini belum mengatasi permasalahan saat dokumen telah ditransmisikan dan divisualisasikan ke browser pengunjung.

Selain optimalisasi pada format obyek, terdapat hal yang masih memungkinkan untuk dilakukan, yaitu melakukan akselerasi pada proses visualisasinya. Akselerasi dapat dilakukan dengan mengutilisasi berbagai metode dalam teknik memvisualisasikan obyek 3D ke layar. Beberapa diantara metode tersebut dimungkinkan untuk dapat diakomodasi dengan melakukan modifikasi yang termasuk skala besar baik pada kode maupun obyek yang digunakan untuk membentuk situs Web3D. Beberapa teknik akselerasi memiliki perbedaan karakteristik yang signifikan baik dalam konsep maupun penerapannya, dan tidak dapat begitu saja digabungkan karena dapat menimbulkan efek visualisasi yang jauh dari harapan. Beberapa teknik akselerasi tertentu diketahui tidak dapat bekerja

dengan baik bilamana dikombinasikan dengan teknik lain. Oleh karena itu perlu diketahui mana teknik akselerasi yang memungkinkan untuk digunakan dan memberikan hasil paling efisien pada situs Web3D Kampus 3 UAD yang digunakan dalam penelitian. Hal-hal inilah yang mendasari dilakukannya penelitian ini, agar situs Web3D dapat ditampilkan dengan lebih baik dan benar-benar layak untuk disajikan kepada para pengunjung di Internet yang ingin menjelajah tanpa hambatan kinerja saat berusaha memvisualisasikan konten 3D dalam browser yang mereka gunakan.

## 2. Model, Analisa, Desain dan Implementasi

Kegiatan dalam penelitian ini meliputi tiga hal, yaitu: 1) mencermati metode-metode rendering obyek dengan fokus pada triangle, quads, n-gon, dan visible edge serta penelitian yang berkaitan dengan-nya, 2) mempelajari referensi teknis penggunaan metode rendering obyek berdasarkan triangle, quads, n-gon, dan visible edge agar dapat diterapkan dalam obyek untuk penelitian, 3) memilih dan merekayasa ulang obyek-obyek dari situs Web3D Kampus 3 UAD dengan teknik quads, n-gon, dan visible edge tanpa mengubah tampilan visual aslinya yang dibuat dengan triangle, 4) melakukan komparasi hasil rekayasa ulang obyek sampel dengan merender tiap modifikasi pembentukan obyek bersama properti masing-masing, untuk mengetahui mana yang paling memberikan efek akselerasi tanpa merusak tampilan visualnya, 5) evaluasi pada hasil teknik akselerasi yang memungkinkan untuk dapat digunakan secara umum pada berbagai jenis obyek dan gaya tampilan dalam situs Web3D Kampus 3 UAD.

Langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur dari berbagai sumber acuan, baik melalui buku-buku referensi tentang Web3D, maupun dari beragam sumber di Internet.
2. Mengumpulkan data-data tentang prinsip akselerasi grafika 3D dan penggunaan tools untuk membantu menerapkan teknik pembuatan obyek sesuai prinsip modifikasi pada obyek yang berasal dari situs Web3D Kampus 3 UAD.
3. Menganalisis data tentang modifikasi obyek 3D dan informasi lain yang diperlukan untuk diolah lebih lanjut dalam langkah berikutnya.
4. Membuat urutan perubahan properti obyek sesuai modifikasi obyek yang akan dilakukan pada semua salinan dari obyek yang sama.
5. Merancang proses modifikasi yang akan diterapkan secara umum berdasar teknik pembuatan obyek masing-masing.
6. Mengimplementasikan perancangan menjadi bentuk terkomputerisasi, yaitu menggunakan perangkat lunak permodelan 3D.
7. Obyek 3D hasil buatan perangkat lunak 3D generik kemudian dikonversi menjadi obyek 3D berbasis Web dalam format VRML, kemudian dilakukan optimalisasi dengan bantuan editor teks pada setiap dokumen obyek 3D yang dihasilkan alat bantu permodelan 3D. Dilakukan pula debugging awal untuk meminimalkan kesalahan pengkodean yang mungkin muncul.
8. Dikodekan pula halaman-halaman web yang akan menjadi tempat meletakkan obyek-obyek hasil modifikasi baik secara individual maupun dalam kelompok obyek, sesuai struktur dari keseluruhan situs web tempat menguji hasil modifikasi setiap teknik pembentukan obyek yang digunakan.
9. Dilakukan debugging pada obyek-obyek hasil pengkodean, baik secara individual maupun secara bersama-sama (yang menggunakan pola pembentukan obyek serupa), agar tiap obyek tampil sesuai dengan model aslinya yang dibuat menggunakan perangkat lunak permodelan 3D.
10. Melakukan uji awal pada hasil pengkodean lengkap berupa situs web dengan obyek-obyek 3D terpasang di dalamnya, kemudian diberikan berbagai macam masukan serta perlakuan dalam modus-modus navigasi 3D serta variasi penjelajahannya.
11. Melakukan penghitungan hasil rendering dengan beberapa jenis navigasi pada tiap kelompok obyek yang mendapat modifikasi teknik penggambaran, kemudian hasilnya dicatat. Dilakukan juga pencatatan pada obyek dasar yang menggunakan teknik rendering berbasis segitiga sebagai pembanding utama.
12. Dari catatan hasil navigasi tiap kelompok obyek lalu dilakukan komparasi pada tiap jenis navigasi. Selain rata-rata, angka tertinggi dan terendah juga akan digunakan sebagai pembanding karena dimungkinkan pada beberapa obyek tertentu ternyata memiliki dampak akselerasi yang lebih besar atau lebih kecil.
13. Melakukan analisis dan pencermatan terhadap hasil komparasi untuk menentukan teknik akselerasi yang dianggap sebagai solusi yang paling tepat untuk meningkatkan kinerja rendering obyek-obyek yang menjadi bahan uji akselerasi. Dilakukan juga pencermatan terhadap hasil-hasil lain yang ikut muncul dalam modifikasi tiap obyek.
14. Membuat *testbed* berupa scenery berisi obyek-obyek dari situs Web3D Kampus 3 UAD dalam jumlah yang lebih banyak dari yang dilakukan sebelumnya untuk mencoba pilihan teknik pembentukan obyek yang telah dipilih sebagai

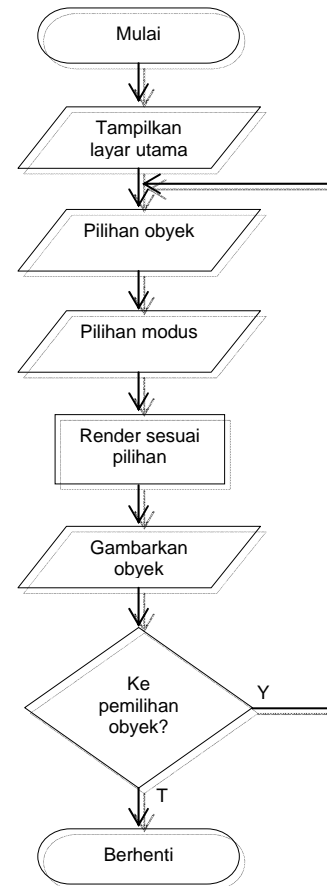
yang sesuai. Kemudian dilakukan uji akhir untuk melihat peningkatan kinerjanya, dibandingkan dengan obyek-obyek yang sama tetapi tidak dimodifikasi dengan teknik pembentukan obyek seperti yang mendapatkan akselerasi.

Berdasarkan sifat dari utilisasi yang diinginkan serta masalah-masalah yang telah dijumpai pada awal penelitian, maka dapat disebutkan hasil analisis kebutuhan sebagai berikut.

- Akselerasi yang digunakan dapat meningkatkan kinerja tampilan obyek 3D dalam beragam kompleksitas serta beragam bentuk/pola navigasi sesuai pilihan pengguna.
- Akselerasi yang digunakan memungkinkan untuk dapat diaplikasikan dalam beragam browser web yang saat ini populer dan umum dijumpai pada komputer pengguna kebanyakan, serta tidak memerlukan sistem operasi khusus yang penting memiliki dukungan terhadap plug-in VRML.
- Teknik akselerasi yang digunakan dapat memperlihatkan perbedaan dari obyek yang terakselerasi dengan kelompok yang dibiarkan apa adanya (menggunakan metode penggambaran obyek standar yaitu segitiga).
- Metode-metode penggambaran obyek akan ditampilkan masing-masing dalam sebuah situs komparasi bersama dengan obyek non terakselerasi, pada setiap obyek yang dipilih untuk merepresentasikan obyek-obyek sejenis yang diambil dari situs Web3D Kampus 3 UAD.
- Situs dapat memperlihatkan dengan jelas perbedaan kinerja antara obyek 3D yang digambarkan dengan metode berbeda dengan tujuan mengakselerasinya, dibandingkan dengan yang tidak dilakukan upaya akselerasi, tanpa memperlihatkan perbedaan visual dasar dari kedua jenis obyek yang sebenarnya serupa tersebut.
- Situs yang menjadi testbed tetap memberikan pilihan modul penjelajahan obyek 3D standar seperti yang umum ditampilkan kepada pengunjung situs Web3D.

Penghitungan kinerja akan didasarkan pada nilai frames per second serta seconds per frame pada tiap obyek dengan modul jelajah yang berbeda-beda, dan akan selalu dimulai dari posisi visualisasi default yang ditampilkan setiap mulai menggambar obyek 3D di browser.

Secara umum, situs percobaan memuat hal-hal berikut ini:



Gambar 1. Alur kerja situs

### 3. Hasil

Dalam penelitian ini telah dipilih 10 buah obyek yang diharapkan dapat menggambarkan perbedaan yang terjadi manakala suatu obyek yang telah dibentuk menjadi suatu world sesuai format baku VRML kemudian diekspor dengan modul penggambaran grafika 3D yang berbeda tapi masih dalam acuan pola penggambaran grafika komputer 3D yang diterima secara umum. Kemudian hasil penggambaran yang diharapkan mendapatkan efek akselerasi tersebut dibandingkan dengan obyek yang digambarkan menggunakan standar penggambaran obyek 3D yang juga umum digunakan dalam menggambar obyek Web3D, yaitu dengan modul segitiga (triangle). Modul penggambaran non standar (selain Triangle) yang digunakan adalah N-gon, Quadrilateral, dan Visible Edge. Berdasarkan nilai fps dan spf yang muncul, maka akan dapat diketahui mana kinerja penggambaran obyek yang lebih tinggi.

Ke-10 obyek yang dipilih memiliki kompleksitas cukup tinggi sebagai obyek 3D, dan berpotensi menimbulkan permasalahan pada kinerja seperti telah disebutkan sebelumnya. Obyek tersebut adalah jendela luar, jendela dubel set, jendela

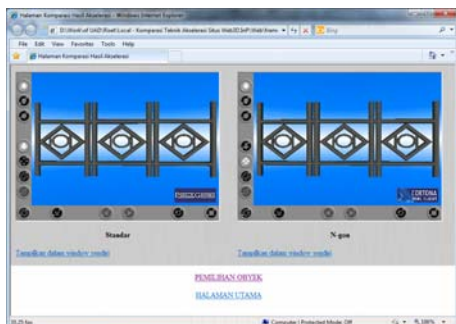


berteralis, jendela loket set, kursi mahasiswa, pagar halaman luar, pintu dubel set, pintu loket, tangga 2 lantai, dan tangga 3 lantai. Obyek-obyek ini digunakan dalam situs Web3D kampus 3 dalam jumlah yang cukup besar, dalam suatu rangkaian untuk membentuk suatu tampilan obyek yang lebih besar. Semua obyek juga menggunakan tekstur pada permukaannya, hal yang telah umum dijumpai dalam rekayasa obyek 3D agar tampilannya semakin mendekati obyek sebenarnya di dunia nyata. Semua obyek juga memiliki skala tampilan berdasarkan obyek asli yang ditirunya.

Hasil perekayasa adalah sebuah situs yang memperlihatkan perbandingan rendering antar pasangan obyek yang digambarkan dengan cara yang berbeda. Gambar 2 adalah sampel tampilan dari bagian utama situs, yaitu komparasi pada dua obyek baik yang digambarkan dengan modus standar maupun non-standar. Pada sampel ini diperlihatkan obyek pagar depan kampus 3 yang di-render dalam modus triangle dan N-gon, ditampilkan secara bersamaan dalam satu window browser.

Uji yang dilakukan adalah uji kinerja. Uji ini akan menunjukkan hasil dari perubahan modus rendering pada obyek 3D bila dibandingkan dengan penggambaran menggunakan modus standar yaitu segitiga. Tiap pasangan obyek akan ditampilkan pada window browser. Pilihan obyek dan pilihan modus rendering adalah sesuai pilihan pengguna, tetapi dalam hal ini semua pilihan akan dicoba untuk memperlihatkan hasilnya.

Karena uji kinerja mensyaratkan perbandingan dengan sebuah nilai yang disepakati sebelumnya, maka sebagai pembanding utama (benchmark) adalah obyek yang digambar menggunakan modus standar. Standar awal ini akan selalu dituliskan terlebih dahulu kemudian semua tipe yang diuji di belakangnya merupakan hasil perubahan dari modus penggambaran obyek yang sama dengan masing-masing diikuti modus jelajah yang telah ditetapkan untuk dijalankan (yaitu Walk, Fly, dan Study), sehingga dapat diketahui perbandingan nilai dari tiap obyek yang diuji.



Gambar 2. Tampilan halaman komparasi obyek

Pengubahan modus penggambaran grafika 3D dibuat mengikuti nilai properti default yang dihasilkan oleh alat bantu pengembangan obyek 3D utama yaitu 3DStudio Max setelah dikonversi menjadi format yang kompatibel Web3D. Nilai default dari plug-in (menggunakan Cortona) akan diubah pada beberapa bagian untuk menciptakan kondisi dimana perbedaan nilai akan terlihat lebih jelas sehingga dapat mempermudah untuk menentukan mana nilai yang lebih tinggi. Kondisi dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Untuk setiap modus navigasi yang digunakan menguji kinerja rendering obyek, akan menggunakan sub-modus navigasi default sesuai modus navigasi tersebut (semisal Study berpasangan dengan Turn). Sub-modus navigasi lain tidak dipilih karena berkecenderungan menghilangkan obyek dari layar, sehingga membuat penghitungan fps maupun spf menjadi kurang akurat.
2. Kecepatan jelajah untuk semua jenis navigasi menggunakan nilai default yaitu medium.
3. Karena setiap obyek bersifat apa adanya (hanya obyek beserta kelengkapannya saja tanpa tambahan efek untuk obyek, semisal animasi, efek grafis, citra latar belakang, pencahayaan, komputasi bayangan, dan lain-lain), maka pencahayaan akan menggunakan default yaitu pencahayaan dari sudut pandang/mata pengguna (headlight).
4. *Collision detect* tidak diaktifkan karena akan menambah beban proses komputasi.
5. Renderer yang digunakan adalah DirectX (hardware, dari kartu grafis yang digunakan).
6. Antialiasing menggunakan jenis *real-time* karena obyek 3D dalam browser harus memperlihatkan tampilan yang tepat saat pengguna menjelajah obyek dari berbagai sudut.
7. Optimisasi tekstur saat rendering dilakukan hanya agar browser mampu menggambarkan tekstur lebih cepat, sekalipun proses dithering saat optimisasi dapat menurunkan kualitas tekstur.
8. Dilakukan proses mip-map pada tekstur untuk mengoptimalkan penggunaan frame buffer pada akselerator/kartu grafis yang digunakan.

Demi kesesuaian dengan format dokumen Web3D standar, maka world hasil akan selalu dibentuk dalam basis standar VRML yaitu berbentuk primitif. Dengan demikian selain memudahkan programmer dalam memahami kode, juga meminimalkan kemungkinan terjadi kesalahan rendering yang dapat terjadi apabila menggunakan indexed face set yang merupakan cara default 3DStudio Max melakukan definisi suatu obyek 3D.

Berikut ini adalah hasil uji kinerja yang telah dilaksanakan. Hasil akan dituliskan per obyek, sehingga dapat diperoleh hasil rata-rata dari penggunaan modus rendering yang dilakukan dalam pengujian agar dapat diketahui efek akselerasinya. Navigasi dilakukan selama 20 detik. Pada navigasi Walk dan Fly, rata-rata diambil mulai dari detik ke-2 sampai ke-21, karena biasanya pada detik pertama adapter grafis dan browser berusaha mengadaptasi obyek sehingga angka yang dihasilkan sangat men-colok perbedaannya. Untuk memastikan kecepatan dan arah navigasi yang sama, navigasi tidak dilakukan menggunakan mouse, tetapi menggunakan penekanan tombol keyboard, yaitu tombol panah ke atas.

1. Obyek jendela luar:

**Tabel 1. Nilai hasil uji pada obyek jendela luar**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,82	16,68 ms
	Fly	59,98	16,71 ms
	Study	60,01	16,69 ms
N-gon	Walk	59,76	16,67 ms
	Fly	59,99	16,67 ms
	Study	60,00	16,69 ms
Quadrilateral	Walk	60,00	16,66 ms
	Fly	59,99	16,66 ms
	Study	60,01	16,67 ms
Visible Edge	Walk	60,00	16,66 ms
	Fly	60,01	16,67 ms
	Study	60,02	16,65 ms

2. Obyek jendela dubel:

**Tabel 2. Nilai hasil uji pada obyek jendela dubel**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,79	16,69 ms
	Fly	59,99	16,70 ms
	Study	59,99	16,69 ms
N-gon	Walk	59,81	16,69 ms
	Fly	60,00	16,67 ms
	Study	60,01	16,69 ms
Quadrilateral	Walk	59,99	16,66 ms
	Fly	60,01	16,67 ms
	Study	60,01	16,67 ms
Visible Edge	Walk	59,99	16,66 ms
	Fly	60,01	16,66 ms
	Study	60,00	16,67 ms

3. Obyek jendela berteralis:

**Tabel 3. Nilai hasil uji pada obyek jendela berteralis**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,96	16,68 ms
	Fly	59,99	16,71 ms
	Study	60,00	16,68 ms
N-gon	Walk	59,81	16,67 ms
	Fly	59,97	16,69 ms
	Study	59,99	16,66 ms
Quadrilateral	Walk	60,01	16,66 ms
	Fly	59,99	16,66 ms
	Study	60,01	16,67 ms
Visible Edge	Walk	60,00	16,65 ms
	Fly	60,01	16,66 ms
	Study	60,01	16,65 ms

4. Obyek jendela loket:

**Tabel 4. Nilai hasil uji pada obyek jendela loket**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,67	16,72 ms
	Fly	59,90	16,69 ms
	Study	59,99	16,67 ms
N-gon	Walk	59,96	16,67 ms
	Fly	59,99	16,69 ms
	Study	60,00	16,67 ms
Quadrilateral	Walk	60,00	16,66 ms
	Fly	59,99	16,67 ms
	Study	60,00	16,67 ms
Visible Edge	Walk	60,00	16,66 ms
	Fly	60,01	16,68 ms
	Study	60,01	16,66 ms

5. Obyek kursi mahasiswa:

**Tabel 5. Nilai hasil uji pada obyek kursi mahasiswa**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,92	16,69 ms
	Fly	60,01	16,66 ms
	Study	60,01	16,66 ms
N-gon	Walk	59,89	16,67 ms
	Fly	59,99	16,69 ms
	Study	60,01	16,66 ms
Quadrilateral	Walk	60,00	16,66 ms
	Fly	59,99	16,67 ms
	Study	60,01	16,66 ms
Visible Edge	Walk	60,00	16,64 ms
	Fly	60,01	16,66 ms
	Study	60,00	16,65 ms

6. Obyek pagar depan kampus:

**Tabel 6. Nilai hasil uji pada obyek pagar depan kampus**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,76	16,72 ms
	Fly	59,98	16,68 ms
	Study	60,01	16,67 ms
N-gon	Walk	59,66	16,67 ms
	Fly	59,99	16,72 ms
	Study	60,00	16,66 ms
Quadrilateral	Walk	59,99	16,66 ms
	Fly	59,99	16,66 ms
	Study	60,01	16,66 ms
Visible Edge	Walk	59,99	16,65 ms
	Fly	60,01	16,66 ms
	Study	60,01	16,66 ms

7. Obyek pintu dubel set:

**Tabel 7. Nilai hasil uji pada obyek pintu dubel set**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,75	16,69 ms
	Fly	59,96	16,68 ms
	Study	59,99	16,68 ms
N-gon	Walk	59,69	16,66 ms
	Fly	60,01	16,69 ms
	Study	60,00	16,67 ms
Quadrilateral	Walk	60,00	16,67 ms
	Fly	60,01	16,66 ms
	Study	60,01	16,66 ms
Visible Edge	Walk	60,01	16,66 ms
	Fly	60,00	16,65 ms
	Study	60,02	16,67 ms

8. Obyek pintu loket:

**Tabel 8. Nilai hasil uji pada obyek pintu loket**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,94	16,69 ms
	Fly	59,99	16,66 ms
	Study	60,01	16,67 ms
N-gon	Walk	59,89	16,67 ms
	Fly	60,00	16,71 ms
	Study	60,01	16,67 ms
Quadrilateral	Walk	60,00	16,67 ms
	Fly	59,99	16,69 ms
	Study	60,01	16,66 ms
Visible Edge	Walk	60,01	16,66 ms
	Fly	60,00	16,67 ms
	Study	60,02	16,66 ms

9. Obyek tangga 2 lantai:

**Tabel 9. Nilai hasil uji pada obyek tangga 2 lantai**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,92	16,69 ms
	Fly	59,96	16,70 ms
	Study	60,00	16,67 ms
N-gon	Walk	59,89	16,67 ms
	Fly	60,00	16,69 ms
	Study	60,00	16,67 ms
Quadrilateral	Walk	60,01	16,66 ms
	Fly	59,99	16,67 ms
	Study	60,01	16,66 ms
Visible Edge	Walk	59,99	16,66 ms
	Fly	60,00	16,66 ms
	Study	60,01	16,65 ms

10. Obyek tangga 3 lantai:

**Tabel 10. Nilai hasil uji pada obyek tangga 3 lantai**

Rendering	Navigasi	fps	spf
Triangle (standar)	Walk	59,91	16,66 ms
	Fly	59,96	16,66 ms
	Study	60,00	16,67 ms
N-gon	Walk	59,89	16,67 ms
	Fly	59,99	16,69 ms
	Study	60,00	16,65 ms
Quadrilateral	Walk	59,99	16,65 ms
	Fly	59,99	16,67 ms
	Study	60,00	16,66 ms
Visible Edge	Walk	59,99	16,65 ms
	Fly	60,00	16,65 ms
	Study	60,00	16,65 ms

Rata-rata angka yang dihasilkan tidak berbeda jauh, baik dari sisi fps maupun fps, hal ini kemungkinan diakibatkan oleh penggunaan properti obyek default yang sama antara semua jenis rendering. Semua obyek memiliki properti:

1. Target sample rate default yang sama (10 fps).
2. Presisi digit koordinat dengan 3 angka di belakang koma.
3. Tanpa menggunakan nilai normal (yang berarti suatu titik awal tiap sisi luar tidak secara khusus didefinisikan). Pada beberapa plugin tertentu diketahui penggunaan nilai normal membuat rendering menjadi lebih cepat.
4. Tanpa informasi warna untuk setiap vertex dari obyek (menggunakan default VRML97).
5. Tanpa interpolator koordinat.

Sekalipun demikian, terdapat perbedaan yang dapat dilihat dari hasil yang ada. Berdasarkan nilai-nilai yang muncul, secara umum modus rendering quadrilateral dan visible edge memperlihatkan angka yang menunjukkan bahwa alternatif modus rendering ini dapat mengakselerasi kinerja navigasi obyek Web3D.

Tidak ada kerusakan visual yang muncul saat menggunakan beragam modus rendering non standar. Dengan demikian modus manapun yang digunakan memungkinkan untuk menggambarkan obyek dengan baik. Tetapi hal ini adalah dikarenakan properti yang masih default, belum diketahui apabila properti ikut dimodifikasi dengan tujuan optimalisasi

Ukuran file hasil memang berbeda-beda, dengan kecenderungan menjadi lebih besar untuk modus non-standar. Untuk jaringan yang lambat, mungkin ini akan menjadi masalah. Tetapi perlu diingat bahwa file wrl yang dihasilkan masih dapat dikompres menggunakan gunzip (menjadi .wrz), sehingga jauh memperkecil beban jaringan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, didapat kesimpulan bahwa penggunaan modus rendering quadrilateral dan visible edge dapat memberikan nilai peningkatan. Meskipun nilainya kecil dan nampak tidak signifikan, tetapi ini baru untuk 1 obyek tunggal, jadi bila diterapkan untuk banyak obyek maka dimungkinkan terjadi percepatan yang lebih signifikan.
2. Bila akan diterapkan dalam keseluruhan situs Web3D Universitas Ahmad Dahlan yang sedemikian kompleks, maka dimungkinkan beberapa obyek tertentu dapat menggunakan modus yang terakselerasi, sementara obyek

yang hitungan kinerjanya telah cukup tinggi dengan modus standar dapat tetap mempertahankan modus rendering tersebut.

#### Daftar Pustaka

- [1] Anonymous, “*The Web3D Repository*”, Web3D Consortium, <http://www.web3d.org/vrml/vrml.htm>, 2003.
- [2] Collins, D., “*Glossary*”, Arizona State University, <http://www.asu.edu/cfa/wwwcourses/art/SOACore/glossary.htm>, 2005.
- [3] Hananto, M.W., “*Integrasi Model 3D Tampilan Fisik Kampus Pada Situs Web Perguruan Tinggi, Studi Kasus di Kampus 3 Universitas Ahmad Dahlan*”, Laporan Penelitian Tidak Dipublikasikan, PDM Dikti, 2007.
- [4] Hananto, M.W., “*Optimalisasi Penggunaan Teknologi Web3D yang Diintegrasikan dengan Web Konvensional*”, Prosiding Seminar Nasional ICON C-COMET, UAD, Yogyakarta, 2012.
- [5] Pesce, M., “*VRML: Browsing & Building Cyberspace*”, New Riders Publishing, Indianapolis, 1995.

#### [CV Penulis]

**Mursid W. Hananto**, menyelesaikan studi S1 bidang Ilmu Komputer pada tahun 1999 di Universitas Gadjah Mada, dan menyelesaikan S2 bidang yang sama pada tahun 2008. Sejak tahun 2000 menjadi staf edukatif program studi Ilmu Komputer FMIPA UAD Yogyakarta (menjadi program studi Sistem Informasi sejak tahun 2008).



# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **PERANGKAT KERAS**

---



# PERANCANGAN SIMULINK MODEL DARI AR.DRONE SEBAGAI SIMULATOR KONTROL QUADROTOR

Agung Prayitno

Jurusan Teknik Elektro – Universitas Surabaya  
Jl. Raya Kalirungkut Surabaya  
087854417676

*E-mail : prayitno\_agung@staff.ubaya.ac.id*

## Abstrak

Jurusan Teknik Elektro Universitas Surabaya (JTEUS), dalam arah penelitiannya fokus pada riset dan pengembangan quadrotor untuk berbagai aplikasi praktis. Tantangan terbesar dalam riset quadrotor adalah susahny mendesain kontroler yang akan diterapkan pada platform untuk berbagai misi terbang dikarenakan sistem quadrotor yang nonlinear. Belum adanya model quadrotor dari platform yang dipakai riset di JTEUS mengakibatkan implementasi kontroler dilakukan dengan cara coba coba atau *trial and error*. Keberadaan model quadrotor dapat digunakan untuk menjelaskan behavior dari pesawat terhadap perubahan parameter komponen penyusunnya, perubahan input dan responnya terhadap disturbances. Pada paper ini, AR. Drone quadrotor sebagai salah satu platform riset di JTEUS dimodelkan dan disimulasikan dengan menggunakan Simulink. Persamaan kinematik, dinamik dan beberapa parameter model diriset dari berbagai literatur yang diketemukan penulis. Simulasi output model terhadap setpoint ketinggian, roll, pitch dan yaw dari quadrotor ditunjukkan untuk mengetahui karakteristik dari sistem. Hasil simulasi akan dibandingkan dengan data navigasi AR.Drone yang direkam dengan menggunakan AR.Drone LabVIEW Toolkit.

Kata Kunci :AR.Drone Model, height control, roll control, pitch control, yaw control,

## 1. Pendahuluan

*Quadrotor*, pesawat terbang dengan 4 buah baling baling tetap yang tersusun secara diagonal, menjadi platform bidang riset yang sangat berkembang pada beberapa tahun ini. Platform ini dipilih karena mempunyai kontruksi mekanik yang sederhana tetapi mempunyai kemampuan terbang stationer, terbang vertikal, dan dapat bermanuver secara cepat. Namun demikian pesawat ini juga mempunyai beberapa kelemahan antara lain keterbatasan supply energi dan beban yang dapat diangkut serta susah dikontrol secara *autonomous* karena sistemnya yang *unstable*[1]. Namun demikian banyak aplikasi yang telah dihasilkan dengan memanfaatkan *quadrotor* ini. Aplikasi tersebut antara lain digunakan untuk monitoring dan analisis lalu lintas, *aerial photography and video*, *aerial surveillance and intelligence for law enforcement*, *property assessment and real estate promotion* dll [2].

Saat ini Jurusan Teknik Elektro Universitas Surabaya (JTEUS), fokus pada riset pengembangan *quadrotor* untuk berbagai aplikasi praktis. AR.Drone

menjadi salah satu platform riset yang dipilih karena platform ini relatif murah dan mempunyai *on-board electronics* yang di dalamnya sudah terdapat *motherboard* lengkap dengan *processor* dan *Wi-Fi chip*, sensor *accelerometer*, *gyroscope*, *ultrasonic*, mikrokontroler dan dua buah kamera. Platform ini juga telah disertakan *real time operating system* yang memungkinkan berbagai tugas dapat dilakukan secara bersamaan seperti berkomunikasi dengan *ground station* melalui *Wi-Fi*, *sensor acquisition*, *video data sampling*, *image processing*, *state estimation*, dan *closed-loop control*[5].

Tantangan terbesar dalam riset quadrotor adalah susahny mendesain kontroler yang akan diterapkan pada platform untuk berbagai misi dan aplikasi praktis dikarenakan sistem quadrotor yang nonlinear. Belum adanya model quadrotor dari platform yang dipakai riset di JTEUS mengakibatkan implementasi kontroler dilakukan dengan cara coba coba atau *trial and error*. Hal ini beresiko quadrotor sering jatuh yang berakibat rusak atau pecahnya komponen penyusun quadrotor. Dengan latar belakang tersebut maka keberadaan model platform quadrotor, dalam hal ini AR.Drone, sebagai

simulator perancangan kontrol quadrotor menjadi penting. Keberadaan model AR.Drone juga dapat digunakan untuk menjelaskan behavior dari pesawat terhadap perubahan parameter komponen penyusunnya, perubahan input dan responnya terhadap *disturbances*. Oleh karena itu permasalahan krusial yang harus diselesaikan pada paper ini meliputi: bagaimana mendapatkan model dinamik dari AR.Drone beserta parameter, bagaimana membuat simulator dan bagaimana memvalidasi model yang diperoleh.

Banyak riset [2,3,7,8], yang menjelaskan bagaimana cara untuk mendapatkan model dinamik dari platform quadrotor yang mereka gunakan. Secara garis besar proses yang dilakukan adalah sebagai berikut: (1) menentukan *reference frame* yang terdiri dari *body frame* dan *inertial frame*, (2) mendeskripsikan koordinat linear dan angular dari state persamaan gerak kinematik dari quadrotor pada *body frame* dan mendapatkan hubungan translasional dan rotasionalnya pada *inertial frame*, (3) mendapatkan persamaan dinamik dari gerak sistem fisik quadrotor akibat adanya torsi dan thrust dari masing masing baling baling, (4) mendapatkan parameter model melalui pengukuran maupun identifikasi sistem. Pemodelan yang dilakukan tersebut dilakukan dengan analisis persamaan sistem fisik dari quadrotor.

Untuk AR.Drone sendiri ada dua buah cara untuk mendapatkan model dari sistem. Cara pertama dengan mendapatkan persamaan kinematik dan dinamik dari sistem fisik AR.Drone seperti halnya cara untuk mendapatkan model quadrotor pada umumnya. Model ini menggunakan thrust dan torsi sebagai input dari model dinamik quadrotor dan height, roll, pitch dan yaw sebagai output utama dari model [8]. Cara kedua dengan menganggap quadrotor lengkap dengan *electronic controller*-nya sebagai sebuah sistem. Sebagai input dipilih *setpoint height*, *setpoint roll*, *setpoint pitch*, *setpoint yaw* sedangkan sebagai output berurutan adalah *height*, *roll*, *pitch* dan *yaw*. Proses pemodelan dilakukan dengan menerbangkan quadrotor untuk masing masing input yang diinginkan dan merekam data navigasinya. Dari data yang diperoleh, parameter model diperoleh dengan menggunakan *metode least square*. Sehingga pemodelan dengan cara ini mensyaratkan bahwa AR.Drone sudah terkontrol dengan baik[1].

Tujuan dari paper ini adalah merealisasikan Simulink model dari AR.Drone, yang diharapkan dapat digunakan sebagai simulator rancangan kontroler yang akan diterapkan. Untuk merealisasikan model ini metodologi yang digunakan adalah mendapatkan persamaan dinamik dari AR.Drone,

mengubah persamaan tersebut ke dalam subsistem – subsistem simulink, merancang kontrol PD untuk menguji model dan diakhiri dengan validasi Simulink model dengan data real time navigasi AR.Drone. Kontribusi yang diharapkan pada penelitian ini lebih pada kontribusi internal riset quadrotor di JTEUS yaitu didapatkannya sebuah tools simulator perancangan kontrol sehingga implementasi kontroler ke hardware akan lebih mudah dan terbantuan.

## 2. Persamaan dan Simulink Model dari AR.Drone

AR.Drone yang digunakan sebagai platform riset di JTEUS ditunjukkan pada Gambar 1. AR.Drone ini secara garis besar tersusun dari: frame yang terbuat dari plastik, 4 buah motor elektrik dan propeler, dua buah electrical board, dua buah kamera dan body pesawat dan pelindung yang terbuat dari foam. Spesifikasi komponen penting pada AR.Drone ini adalah sbb: sistem operasi Linux, 15 W Brushless Motor, Mikrokontroler ARM9 468 MHz, 4 buah propeler, Wi-Fi dan USB Communication, MEMS 3-axis accelerometer, 2-axis gyro dan 1-axis, ultrasonic altimeter dengan range 6 m, kamera depan dan kamera bawah [8]



Gambar. 1 AR.Drone dengan pelindungnya

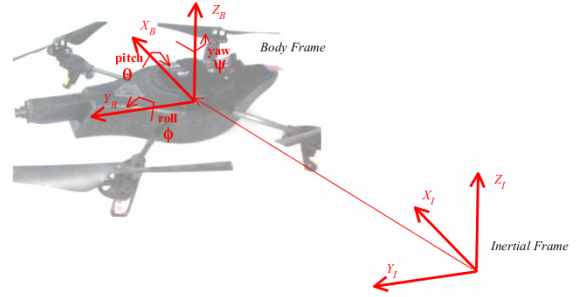
Pemodelan AR.Drone memerlukan studi literatur yang intensif pada beberapa riset peneliti lain tentang pemodelan berbagai macam quadrotor[6,8]. Hasil studi literatur memberikan gambaran dan pemahaman secara umum tentang bagaimana memodelkan AR.Drone quadrotor. Beberapa peneliti lain diluar negeri sudah menurunkan persamaan dinamik dan kinematik dari AR.Drone sehingga pembuatan Simulink model dari AR.Drone pada paper ini menggunakan persamaan model dan parameter model hasil riset dari Sun Yue[8] dikarenakan sama sama menggunakan platform AR.Drone. Sun Yue menggunakan *embedded MATLAB function* untuk memodelkan



sistem dinamik dari AR.Drone sedangkan pada paper ini sistem dinamik dimodelkan dengan Simulink. Persamaan akhir dari model AR.Drone quadrotor yang dipakai ditunjukkan pada persamaan (1). Detail penurunan rumus tersebut dapat dibaca pada hasil riset Sun Yue [8]

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{u} = rv - q\omega + g \sin \theta \\ \dot{v} = p\omega - ru - g \cos \theta \sin \phi \\ \dot{\omega} = qu - pv - g \cos \theta \cos \phi + \frac{F}{m} \\ \dot{p} = \frac{I_{yy} - I_{zz}}{I_{xx}} qr + \frac{\tau_\phi}{I_{xx}} \\ \dot{q} = \frac{I_{zz} - I_{xx}}{I_{yy}} pr + \frac{\tau_\theta}{I_{yy}} \\ \dot{r} = \frac{I_{xx} - I_{yy}}{I_{zz}} pq + \frac{\tau_\psi}{I_{zz}} \\ \ddot{x} = (\sin \psi \sin \phi + \cos \psi \sin \theta \cos \phi) \frac{F}{m} \\ \ddot{y} = (-\cos \psi \sin \phi + \sin \psi \sin \theta \cos \phi) \frac{F}{m} \\ \ddot{z} = -g + \cos \theta \cos \phi \\ \dot{\phi} = p + \sin(\phi) \tan(\theta) q + \cos(\phi) \tan(\theta) r \\ \dot{\theta} = \cos(\phi) q - \sin(\phi) r \\ \dot{\psi} = \frac{\sin \phi}{\cos \theta} q + \frac{\cos \phi}{\cos \theta} r \end{array} \right. \quad (1)$$

Untuk mendapatkan persamaan akhir tersebut, beberapa hal yang perlu dimengerti. Pertama adalah penentuan *reference frame* dalam hal ini *body frame* dan *inertial frame*. *Body frame* dan *inertial frame* pada pemodelan AR.Drone, Gambar 2, sangat penting sebagai acuan dalam menentukan vektor posisi dan kecepatan translational serta vektor posisi dan kecepatan rotational dari AR.Drone. Posisi translational dan rotasional akan tidak bermakna jika dinyatakan terhadap *body frame* karena quadrotor pada saat terbang akan selalu berubah. Oleh karena itu vektor posisi translational dan rotasional dinyatakan terhadap *inertial frame* yang selalu tetap. Sedangkan pada *body frame* kita dapat menyatakan vektor kecepatan translational dan rotasional. Vektor vektor tersebut dinyatakan dalam persamaan (2), (3), (4) dan (5). Dimana persamaan (1) adalah posisi dalam *inertial frame*, persamaan (2) adalah *attitude* (*roll*, *pitch*, *yaw*) dalam *inertial frame*, persamaan (3) adalah kecepatan translasional dinyatakan dalam *body frame* dan persamaan (4) adalah kecepatan rotasional dinyatakan dalam *body frame*. Indeks “I” dan “B” secara berurutan menyatakan bahwa variabel tersebut dinyatakan dalam *inertial frame* dan *body frame*.



Gambar 2. Reference frame AR.Drone quadrotor

$$S^I = [x \ y \ z]^T \quad (2)$$

$$\Phi^I = [\phi \ \theta \ \psi]^T \quad (3)$$

$$V^B = [u \ v \ w]^T \quad (4)$$

$$\Omega^B = [p \ q \ r]^T \quad (5)$$

Selanjutnya hubungan antara posisi translational,  $S^I$ , dalam inertial frame dan kecepatan translational,  $V^B$ , dalam body frame dinyatakan dalam rotational matriks,  $R_\theta$ .

$$\dot{S}^I = V^I = R_\theta V^B \quad (6)$$

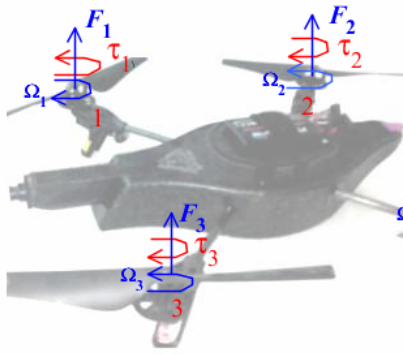
$$R^\theta = \begin{bmatrix} \cos \psi \cos \theta & \cos \psi \sin \theta \sin \phi - \sin \psi \cos \phi & \cos \psi \sin \theta \cos \phi + \sin \psi \sin \phi \\ \sin \psi \cos \theta & \sin \psi \sin \theta \sin \phi + \cos \psi \cos \phi & \sin \psi \sin \theta \cos \phi - \cos \psi \sin \phi \\ -\sin \theta & \cos \theta \sin \phi & \cos \theta \cos \phi \end{bmatrix} \quad (7)$$

Sedangkan hubungan antara posisi rotasional  $\Phi^I$  dalam inertial frame dan kecepatan angular  $\Omega^B$  dalam body frame dinyatakan dalam translational matrik  $T_\theta$ .

$$\dot{\Phi}^I = \Omega^I = T_\theta \Omega^B \quad (8)$$

$$T_\theta = \begin{bmatrix} 1 & \sin \phi \tan \theta & \cos \phi \tan \theta \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi \sec \theta & \cos \phi \sec \theta \end{bmatrix} \quad (9)$$

Input sistem dinamik AR.Drone adalah kecepatan putar [RPM] dari masing masing propeler yang secara individual akan menghasilkan thrust/force  $F$ , dan torsi  $\tau$  seperti ditunjukkan pada gambar 3 dan persamaan (10) dan (11). Selanjutnya kontribusi dari masing masing propeler akan menghasilkan resultan thrust/force  $F$ , torsi roll  $\tau_\phi$ , torsi pitch  $\tau_\theta$  dan torsi yaw  $\tau_\psi$  yang memungkinkan AR.Drone untuk bermanuver ke berbagai arah seperti ditunjukkan pada persamaan (12,13,14,15).



Gambar.3. Definisi thrust dan torsi.

$$F_i = b\Omega_i^2 \quad (9)$$

$$\tau_i = d\Omega_i^2 \quad (10)$$

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \quad (11)$$

$$\tau_\phi = \frac{1}{\sqrt{2}}l(F_1 + F_4 - F_2 - F_3) \quad (12)$$

$$\tau_\theta = \frac{1}{\sqrt{2}}l(F_3 + F_4 - F_1 - F_2) \quad (13)$$

$$\tau_\psi = \tau_1 + \tau_3 - \tau_2 - \tau_4 \quad (14)$$

Parameter model yang dipakai pada simulink model adalah sebagai berikut: [8]

Massa AR.Drone beserta pelindung = 434 gram

Moment Inertia  $I_{xx} = 2.04016 \times 10^4 \text{ g.cm}^3$

Momen inertia  $I_{yy} = 1.56771 \times 10^4 \text{ g.cm}^3$

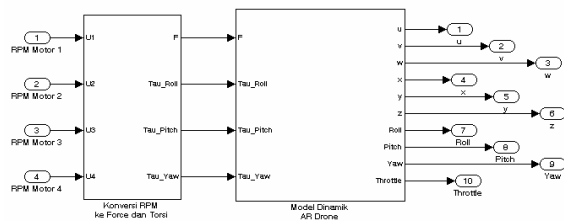
Momen inertia  $I_{zz} = 3.51779 \times 10^4 \text{ g.cm}^3$

Koefisien Aerodynamic thrust =  $1.27 \times 10^{-7} \text{ g/RPM}^2$

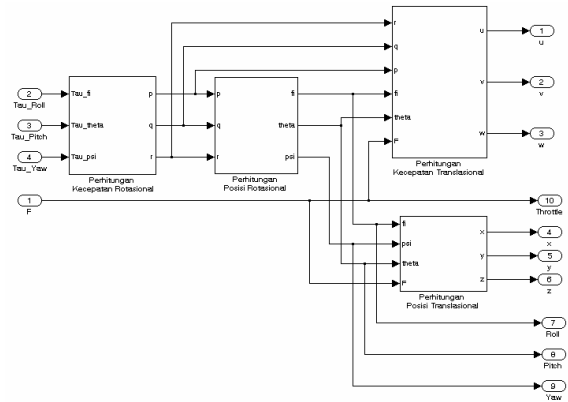
Koefisien Aerodynamic drag =  $3.29 \times 10^{-11} \text{ N.m/RPM}^2$

Panjang frame dari pusat = 45 cm

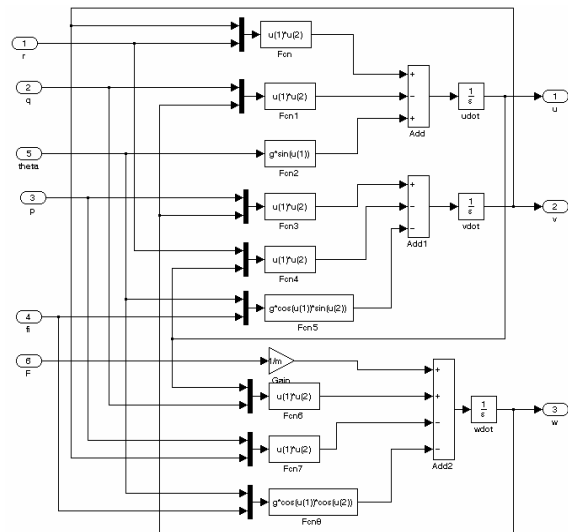
Blok utama dari Simulink model yang dibuat pada paper ini terdiri dari subsistem konversi RPM masing masing propeler menjadi *force* dan torsi *roll*, torsi *pitch* dan dan *yaw* sesuai dengan persamaan 11 s.d 14 serta subsistem model dinamik AR.Drone sesuai dengan persamaan 1.



Gambar 4. Blok utama Simulink Model



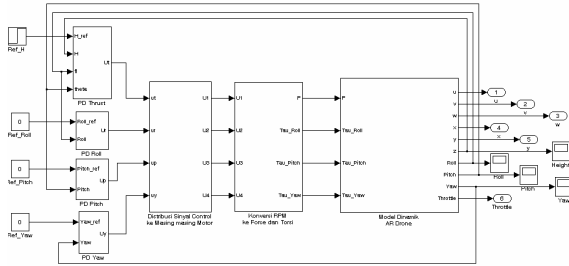
Gambar 5. Subsistem Model Dinamik AR.Drone



Gambar 6. Perhitungan kecepatan translational

Manuver dari AR.Drone quadrotor dilakukan dengan memberikan setpoint ketinggian, setpoint sudut *roll*, setpoint sudut *pitch* dan setpoint kecepatan sudut *yaw*. Oleh karena itu untuk menguji Simulink model dari AR.Drone dirancanglah kontroler *Proportional Derivative (PD)* untuk masing masing variabel tersebut. Keluaran sinyal kontrol masing masing blok tersebut,  $u_i, u_r, u_p, u_y$ , harus didistribusikan ke masing masing motor dengan persamaan 15. Sehingga hasil akhir dari Simulink model AR.Drone adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 7.

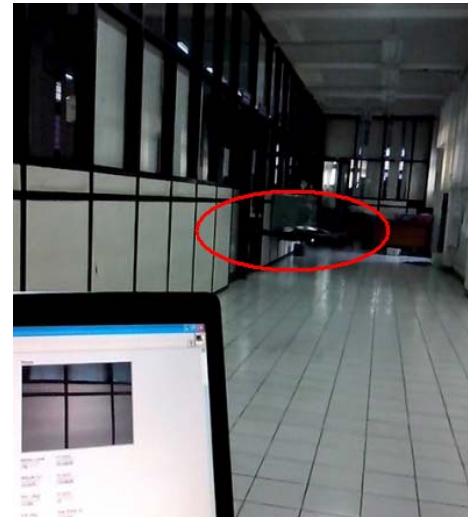
$$\begin{cases} u_1 = u_t + \frac{1}{\sqrt{2}}(u_r - u_p) + u_y \\ u_2 = u_t + \frac{1}{\sqrt{2}}(-u_r - u_p) - u_y \\ u_3 = u_t + \frac{1}{\sqrt{2}}(-u_r + u_p) + u_y \\ u_4 = u_t + \frac{1}{\sqrt{2}}(u_r + u_p) - u_y \end{cases} \quad (15)$$



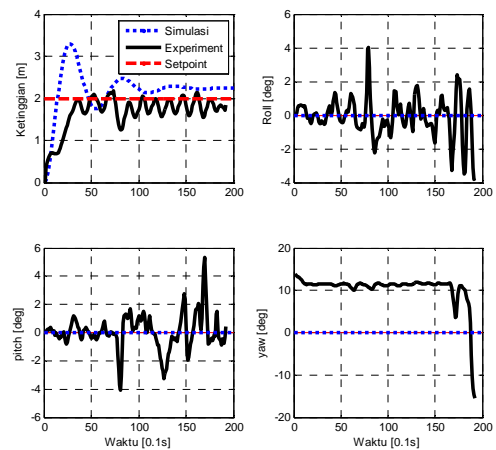
Gambar 7. Simulink model lengkap dengan kontroler

### 3. Hasil

Pada bagian hasil ini akan ditunjukkan respon hasil simulasi dari model yang dibuat dan respon hasil eksperimen dengan AR.Drone. Pada eksperimen, AR.Drone akan diterbangkan dan direkam data navigasinya dengan menggunakan AR.Drone LabVIEW Toolkit[4]. Dalam toolkit ini telah tersedia virtual instrument untuk fungsi communication, flying, data navigation dan video. Sehingga tinggal menambahkan kontroler yang ingin dipakai. Pada pengujian simulasi dan eksperimen digunakan kontroler Proportional Derivative (PD) dengan nilai konstanta proportional dan derivative yang sama antara simulasi dan real time eksperimen. Pengujian dilakukan terhadap 4 buah setpoint yang mencerminkan attitude dari AR.Drone yaitu kontrol ketinggian, kontrol roll, kontrol pitch dan kontrol yaw. Gambar 8 menunjukkan proses pengujian AR.Drone quadrotor pada saat pengujian di ruang lab Gedung TC.3 Teknik Elektro Universitas Surabaya. Hasil pengujian simulasi dan real time implementasi ditunjukkan pada gambar – gambar 9 s.d 12.

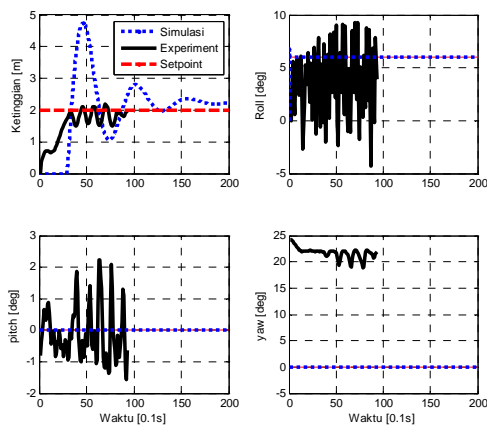


Gambar 8. Proses eksperimen AR.Drone



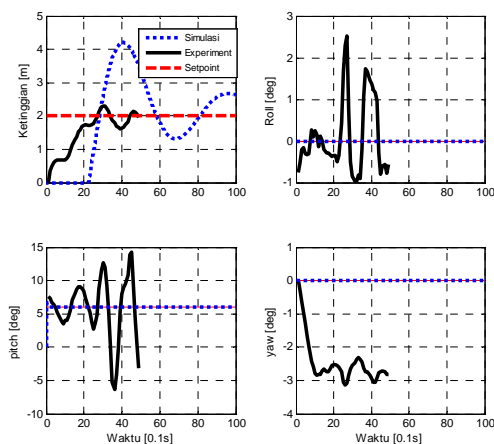
Gambar 9. Respon simulasi dan eksperimen untuk ketinggian 2 m

Gambar 9 adalah respon simulasi dan eksperimen sistem untuk setpoint ketinggian = 2 m sedangkan sudut *roll*, *pitch* dan *yaw* masing masing 0°. Dalam simulasi terlihat bahwa AR.Drone dapat stabil ketinggian 2 dengan error konstan yang kecil walaupun dengan beberapa kali overshoot sedangkan respon *roll*, *pitch* dan *yaw* sempurna. Sedangkan dari real time eksperimen terlihat bahwa AR.Drone dapat mencapai ketinggian mendekati setpoint namun hasilnya kurang memuaskan dengan osilasi di bawah 2 meter. Begitu juga dengan *roll* dan *pitch* yang berubah ubah di sekitar *setpoint*. Hal ini berpengaruh pada *yaw* dari AR.Drone yang menyimpang jauh dari setpointnya



Gambar 10. Respon simulasi dan eksperimen untuk ketinggian 2 m dan roll 6°

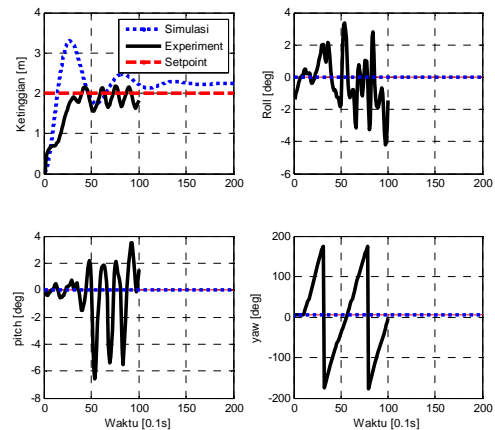
Gambar 10 menunjukkan respon simulasi dan eksperimen untuk setpoint ketinggian 2 m dan roll 6° sedangkan pitch dan yaw bernilai 0°. Pada pengujian ini terdapat kendala panjang ruangan yang dipakai untuk pengujian real time, sehingga data yang dapat direkam juga terbatas. Untuk itu maka hasil simulasi juga dipotong agar perbandingannya lebih jelas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem dapat mengikuti setpoint dengan tepat pada roll namun terjadi problem daya angkat di detik awal dan sedikit peningkatan overshoot. Nilai pitch dan yaw berkisar disekitar setpoint. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa setpoint ketinggian dapat dicapai dengan osilasi disekitar setpoint begitu juga setpoint roll dan pitch sedangkan yaw kurang memuaskan.



Gambar 11. Respon simulasi dan eksperimen untuk ketinggian 2 m dan pitch 6°

Gambar 11 menunjukkan respon simulasi dan eksperimen dari sistem untuk setting point ketinggian 2 m dan pitch 6° sedangkan nilai roll dan yaw adalah nol. Sama halnya pada pengujian roll,

terdapat hambatan pada panjang ruang pengujian sehingga hasil yang dapat direkam juga terbatas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sudut pitch yang diinginkan dapat tercapai dengan cepat demikian juga ketinggian 2 m dapat dicapai walaupun terjadi problem daya angkat di awal awal waktu dan overshoot. Sedangkan hasil eksperimen menunjukkan bahwa setpoint ketinggian dapat dicapai dengan osilasi disekitar setpoint begitu untuk respon pitch. Sedangkan roll dan yaw kurang memuaskan



Gambar 12. Respon simulasi dan eksperimen untuk ketinggian 2 m dan yaw 5°

Gambar 12 merupakan respon simulasi dan eksperimen untuk setpoint ketinggian 2 m dan yaw 5° sedang nilai roll dan pitch adalah nol. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ketinggian dan yaw dapat dicapai dengan baik begitu juga dengan roll dan pitch nya. Sedangkan hasil eksperimen menunjukkan bahwa setpoint ketinggian dapat dicapai dengan osilasi disekitar setpoint. Namun pitch, roll dan yaw kurang memuaskan.

## 4. Kesimpulan

Simulink model telah dibuat berdasarkan persamaan dinamik dan kinematik dari sistem fisik AR.Drone. Hasil simulasi menunjukkan hasil yang memuaskan. Hasil eksperimen dengan AR Drone pada kontrol ketinggian, roll dan pitch menunjukkan hasil yang lumayan bagus, namun untuk yaw hasil kurang memuaskan.

## Daftar Pustaka

- [1] Krajnik.T, Vonasek.V, Fiser.D, Faigl.J, "AR-Drone as a platform for Robotic Research and Education", draft version of the paper in Research and Education in Robotics: EUROBOT 2011, Heidelberg, Springer , 2011.

- [2] Mary.C, Totu.L.C, Koldbaek.S.K, "*Modelling and control of Autonomous Quad-Rotor*," Project Report, Dept of Electronic Systems, University of Aalborg, Denmark , 2010.
- [3] Marcelo De Lellis Costa de Oliveir, "*Modeling, Identification and Control of Quadrotor Aircraft* ," Master Thesis, Dept.of Control Engineering, Czech Technical University in Prague, 2011.
- [4] Mogenson.M, "The AR Drone LabVIEW Toolkit: A Software Framework for the Control of Low-Cost Quadrotor Aerial Robots", Master Thesis, TUFTS University, May 2012
- [5] Pierre-Jean Bristeau, Francois Callou, David Vissiere, Nicolas Petit, " *The Navigation and Control Technology Inside the AR Drone Micro UAV*", Preprints of the 18th IFAC World Congress,Milano, Italy, August 28 – September 2, 2011.
- [6] Palm.J, Nelson.A, Bradford.A, "*Quadrotor UAV Project*," Project Report, DSSL Lab, June, 2010.
- [7] Tomas.J, "*Stabilization and Control of Unmanned Quadcopter*," Master Thesis, Department of Computer Science, Electrical and Space Engineering, Lulea University of Technolgy – Department of Cybernetics, Czech Technical University, 2011.
- [8] Yue.S, "Modeling, Identification and Control of a Quadrotor Drone Using Low-Resolution Sensing ," Master of Science Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2012.

#### [CV Penulis]

**Agung Prayitno**, menyelesaikan studi S1 bidang Teknik Sistem Pengaturan – Teknik Elektro ITS pada tahun 2003. Menyelesaikan S2 di bidang *Control System* di HAN *University of Applied Sciences* Belanda pada tahun 2010. Saat ini menjadi pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Surabaya (UBAYA)



# MP3 PLAYER PORTABLE UNTUK FILE TALKING BOOK BAGI TUNA NETRA

**Andrew Joewono, ST,MT.<sup>1</sup>, Diana L. Antonia, ST.,MT.<sup>2</sup>, Steven Anthonius.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Ketua Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya*

<sup>2</sup> *Ketua Laboratorium Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya*

<sup>3</sup> *Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya*

## Abstrak

MP3 Player Portable untuk tunanetra adalah alat yang digunakan untuk mengakses file dengan ekstensi “.ogg”. Dalam penelitian ini, MP3 player portable dirancang dan ditujukan khusus untuk file MP3 yang berisi talking book yang digunakan tunanetra. MP3 player portable fungsinya sama dengan DAISY (Digital Accessible Information System) Digital Talking Book yang telah dimiliki oleh SMPLB-A YPAB yang beralamatkan di Jl. Gebang Putih No. 5. MP3 player yang dirancang ini memiliki kelebihan yaitu, menggunakan memori internal dari modul VS1000D sebagai media penyimpanan file sehingga dapat menyimpan beberapa filetalking book. Sedangkan untuk DAISY Digital Talking Book menggunakan CD untuk sumber file-nya dan dalam CD itu hanya berisi file untuk satu buku saja, serta MP3 player yang dirancang ini terdapat keypad dan mikrokontroler sehingga kita dapat langsung memutar file yang diinginkan.

Tujuan untuk pembuatan alat ini adalah untuk mempermudah proses pembelajaran bagi para tunanetra agar mereka tidak hanya belajar di kelas dengan menggunakan buku dan mendengarkan penjelasan dari guru, tetapi mereka juga dapat memasukkan materi pembelajaran, novel, pengetahuan umum, agama dll., ke dalam MP3 playerportable. Dengan menggunakan MP3 player portable jika mereka ingin belajar tidak harus membawa buku.

Modul - modul interface yang digunakan pada alat ini adalah mikrokontroler ATmega 8535, level konverter, keypad rubber matrix 4x4, speaker portable/earphone, modul MP3 (VS1000D). Rangkaian mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah data dari keypad untuk diteruskan ke VS1000D lalu akan memanggil hasil suara rekaman untuk panduan yang di simpan dalam memori internal VS1000D. Setelah itu akan di salurkan ke speaker portable/earphone.

Kesimpulan yang didapat setelah proses perancangan, pembuatan dan pengukuran / pengujian, sebagai berikut : Pengukuran total daya rangkaian dan aki dilakukan untuk mengetahui berapa lama aki akan bertahan jika dipakai terus menerus. Dan setelah dilakukan perhitungan maka diketahui aki dapat bertahan selama 11,91 jam ; Untuk pengujian alat, MP3 player mampu memutar track audio secara urut dari track awal hingga track akhir secara urut dan mampu juga untuk memutar track dengan tidak urut atau secara random memainkan track audio sesuai keinginan sang pemakai.

*Kata kunci* : Tuna Netra, Talking Book.

## 1. PENDAHULUAN

Secara umumnya proses pembelajaran untuk tunanetra selalu menggunakan buku dengan huruf braille dan terbatas hanya di dalam ruang kelas saja. Dengan semakin diperhatikannya kebutuhan tunanetra oleh masyarakat, maka sekarang ini sudah ada sebuah alat yang bernama DAISY (Digital

Accessible Information System) Digital Talking Book yang berfungsi mempermudah proses pembelajaran bagi para tunanetra. Alat ini berfungsi seperti CD player dengan Compact Disk (CD) audio yang sudah diisi dengan berbagai macam materi yang dibutuhkan oleh tunanetra dengan format “.ogg”. Penggunaan dari alat ini, tidak dapat dilakukan oleh tunanetra sendiri. Mereka perlu

didampingi oleh orang awas (orang normal) untuk proses pemakaian alat itu.

DAISY (Digital Accessible Information System) Digital Talking Book sangat bermanfaat bagi para tunanetra karena sumber pengetahuan tidak hanya berasal dari pengajaran guru. Di lain sisi DAISY (Digital Accessible Information System) Digital Talking Book mempunyai dimensi yang besar, sehingga tidak praktis untuk dibawa berpindah – pindah.

Oleh karena hal tersebut, maka dalam penelitian ini dibuat alat yang bertujuan untuk merancang dan merealisasikan MP3 playerportable yang terdiri atas rangkaian mikrokontroler ATmega 8535, keypad rubber matrix 4x4, speaker portable/earphone, rangkaian regulator 5 volt, modul pemutar MP3 (VS1000D), dan modul level converter.

Ide pembuatan alat MP3 Player Portable ini muncul pada saat sedang berkunjung ke SMPLB-A YPAB yang beralamatkan di Jl. Gebang Putih No. 5, pada saat berbincang dengan para staf pengajar tentang media pembelajaran bagi para tunanetra dan salah seorang staf menyebutkan bahwa telah ada alat untuk mendengarkan file audio bagi para tunanetra dan staf, alat tersebut bernama Digital Talking Book. Tetapi DTB ini mampu memutar file audio dengan ekstensi “.ogg”, harganya sekitar 7 – 8 juta dan harus meng-import dari luar negeri. DTB juga tidak efektif, jika harus di bawa kemana – mana, maka munculah ide untuk membuat MP3 player portable untuk tunanetra. Di sekolah tersebut juga telah terdapat perpustakaan audio CD Talking Book untuk media pembelajaran yang disuplai oleh Mitra Netra (organisasi tunanetra di Jakarta), CD pembelajaran yang ada meliputi : text book, novel, cerpen dll.

Alat ini akan dirancang untuk tunanetra agar dapat mempermudah proses pembelajaran. Untuk sumber inputan menggunakan memori internal yang terdapat pada modul VS1000D. Jika dibandingkan dengan DAISY (Digital Accessible Information System) Digital Talking Book membutuhkan 1 CD untuk 1 buku sedangkan untuk MP3 player portable dapat diisi file MP3 yang ingin didengarkan sebanyak mungkin sesuai dengan besarnya memori internal yang terdapat pada modul VS1000D.

Masalah yang muncul dalam proses penelitian, adalah :

- Menyesuaikan penekanan keypad dengan pemanggilan track suara yang disimpan pada memori internal VS1000D
- Perancangan mekanik alat yang akan dibuat seminimalis dan sesederhana mungkin agar mudah untuk dibawa ke mana - mana.

- Bagaimana menghubungkan antara modul VS1000D dengan mikrokontroler.
- Mengubah setting-an program awal VS1000D agar dapat dikenali oleh mikrokontroler.

Beberapa kriteria dalam perancangan alat ini, sebagai berikut :

1. Menggunakan modul mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pusat pengolah data dan program pada pembuatan alat penelitian ini.
2. Data yang akan diolah oleh modul mikrokontroler ATmega 8535 berupa ekstensi “.mp3”.
3. Jalur komunikasi yang digunakan antara VS 1000D dengan modul mikrokontroler ATmega 8535 berupa Serial Peripheral Interface (SPI).
4. Menggunakan modul VS1000D sebagai modul pemutar MP3.
5. Memori internal yang dimiliki oleh modul VS1000D sebesar 256 MB.
6. DAISY (Digital Accessible Information System) Digital Talking Book mampu membaca halaman pada CD Talking Book, sedangkan MP3 player portable ini hanya mampu membaca track audio pada CD Talking Book.

Tujuan yang ingin dicapai adalah membuat MP3 playerportable dengan fitur tambahan dapat menuju ke trackfile yang diinginkan secara langsung tanpa harus mengulang dari awal, sehingga bisa digunakan untuk media pembelajaran bagi para tunanetra (buku cetak bersuara).

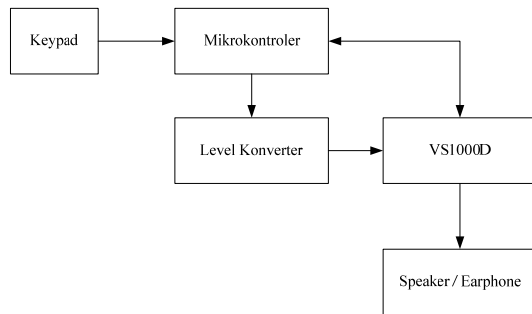
## 2. METODE PERANCANGAN ALAT

Pada bagian ini akan dijelaskan lebih lanjut mengenai perancangan sistem baik secara hardware maupun software. Sebagai berikut : Pendahuluan Perancangan, Perancangan Perangkat Keras dan Perancangan Perangkat Lunak.

### Pendahuluan Perancangan

Pada dasarnya, perancangan Prototipe MP3 Player Portable untuk Tunanetra terbagi menjadi dua bagian, yaitu pembuatan perangkat keras (hardware), serta perangkat lunak (software). Berikut merupakan diagram blok dari alat ini.

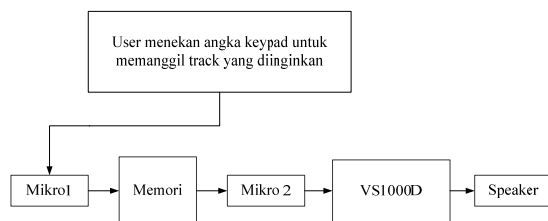




**Gambar 1. Diagram Blok Alat**

Dari gambar 1. dapat diketahui bahwa mikrokontroler difungsikan dari dua input yaitu keypad dan VS1000D. Masukan dari keypad, bertujuan untuk memasukkan kode dari user, yang akan disamakan dengan data yang berada pada memori internal VS1000D. VS1000D berfungsi sebagai media penyimpanan data dan pengolahan data. Jika koneksi kabel VS1000D dan mikro sudah benar, maka speaker akan mengeluarkan suara sebagai tanda, jika alat ini telah siap untuk dipakai. Output yang berasal dari mikrokontroler terbagi menjadi dua, yaitu modul level converter dan speaker. Data pada VS1000D diperoleh dari CD – CD pembelajaran yang ada dan sudah dalam bentuk format “MP3”, yang nantinya perlu di-convert terlebih dahulu menjadi ekstensi “.ogg” dan siap dipindahkan ke modul VS1000D melalui kabel USB.

Modul MP3 ini berfungsi sebagai media pemutar layaknya pada MP3 pada umumnya, dengan pilihan menu play, pause, stop, next, atau previous.



**Gambar 2. Diagram Blok Sistem pada Alat**

Dari gambar 2. dapat diketahui cara kerja dari alat ini, pertama user harus menekan keypad sesuai track yang ingin di dengarkan, dan mikrokontroler akan menyimpan kode tersebut untuk sementara. Setelah itu mikrokontroler akan memanggil data pada memori internal modul VS1000D sesuai dengan permintaan user. Setelah memanggil data dari VS1000D, mikrokontroler akan menyalurkan data yang telah dipanggil tersebut dan akan dimasukkan ke modul VS1000D untuk diproses. Dan setelah diolah oleh modul MP3 tersebut maka akan diteruskan ke speaker untuk menghasilkan suara.

Perancangan hardware elektronik yang terdapat pada alat Prototipe MP3 Player Portable untuk tunanetra adalah sebagai berikut :

- Modul DT-AVR Low Cost Micro System (ATMega8535)
- Modul VS1000D
- Modul DT I/O Level Converter
- Keypad
- Rangkaian soket 12 Volt
- Regulator 5 Volt

### Koneksi antara Modul DT-AVR Low Cost Micro System dengan Keypad

Berikut ini adalah tabel – tabel yang menjelaskan koneksi antara modul – modul yang dipakai serta pin – pin yang akan digunakan pada modul untuk merangkai MP3 player.

Hubungan pin modul DT-AVR Low Cost Micro System dengan keypad dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Hubungan Pin DT-AVR dengan Keypad**

DT-AVR	Keypad
PA.7	Kolom 1
PA.5	Kolom 2
PA.3	Kolom 3
PA.1	Kolom 4
PA.6	Baris 1
PA.4	Baris 2
PA.2	Baris 3
PA.0	Baris 4

Hubungan pin modul DT-AVR DT-AVR Low Cost Micro System dengan modul Level Converter dapat dilihat seperti pada tabel 2. berikut ini.

**Tabel 2. Hubungan Pin DT-AVR dengan Modul Level Converter**

DT-AVR	Level Converter
GND	J1.1
VCC	J1.2
PC.0	J1.3
PC.1	J1.4

Hubungan pin DT-I/O Level Converter dengan modul MP3 player VS1000D dapat dilihat seperti pada tabel 3. berikut ini.

**Tabel 3. Hubungan Pin DT-I/O Level Converter dengan Modul MP3 Player VS1000D**

VS1000D	DT-I/O Level Converter
+5 Volt	J2.2
GND	J2.1
RX	J2.4
TX	J2.3

Hubungan pin modul DT-AVR Low Cost Micro System dengan VS 1000D dapat dilihat seperti pada tabel 4. berikut ini.

**Tabel 4. Hubungan Pin Modul DT-AVR Low Cost Micro System dengan VS1000D**

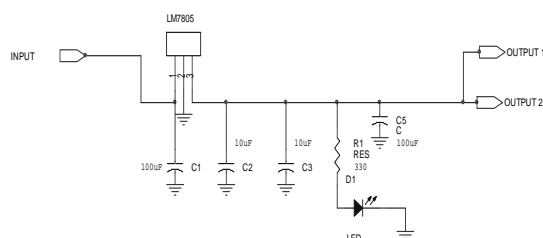
DT-AVR Low Cost Micro System	VS1000D
PB.8	PWR

### Rangkaian Supply

Rangkaian supply digunakan untuk memberi tegangan pada rangkaian. Rangkaian pada alat membutuhkan tegangan daya yang berbeda – beda, rangkaian mikrokontroler membutuhkan tegangan daya 5V; modul MP3 dan rangkaian SD Card membutuhkan tegangan 3V.

#### 1. Rangkaian supply 5V

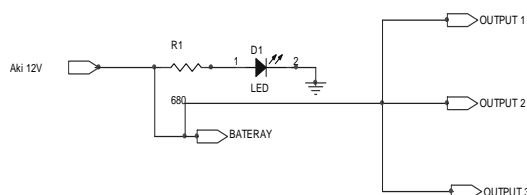
Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah tegangan dari baterai aki sebesar 12V menjadi 5V. Tegangan yang dihasilkan akan digunakan dalam memberikan daya kepada mikro-kontroler. Rangkaian supply dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3. Rangkaian Supply 5V**

#### 2. Rangkaian soket aki 12V

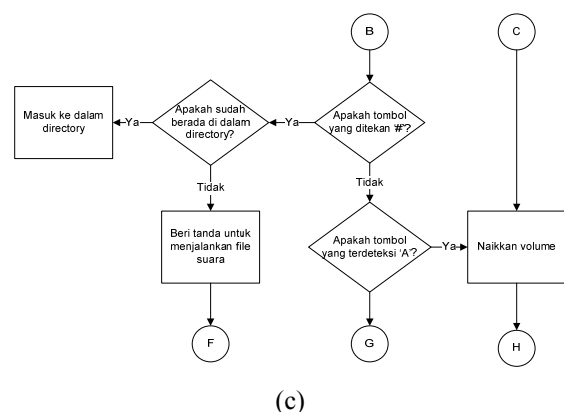
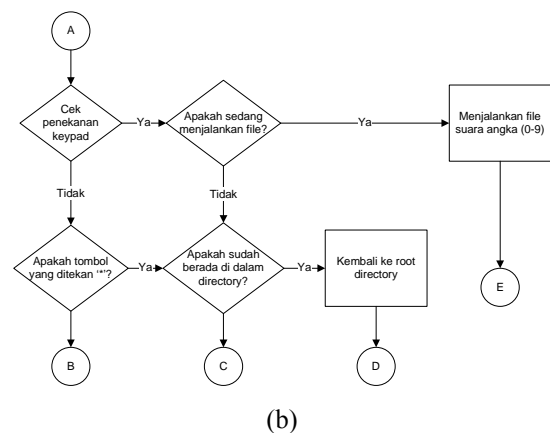
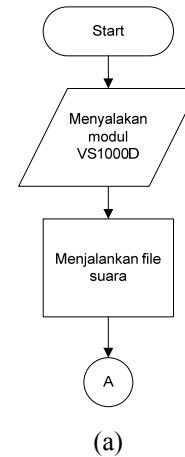
Rangkaian ini berfungsi untuk menghubungkan konektor aki dan untuk memberikan suplai ke rangkaian regulator 5V. Rangkaian supply dapat dilihat pada gambar 4.

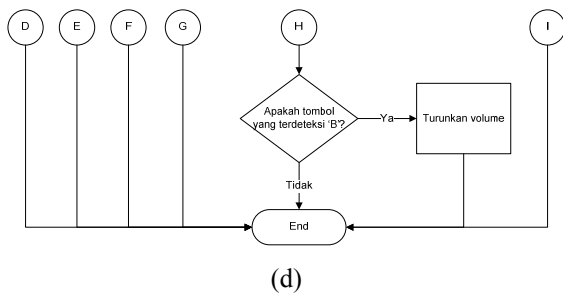


**Gambar 4. Rangkaian Soket Aki 12V**

### Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada dasarnya, perancangan perangkat lunak pada alat ini adalah untuk membantu kinerja dari alat ini, khususnya untuk membantu mengolah serta menjalankan perangkat keras (hardware) yang tersedia. Perancangan perangkat lunak sehingga speaker dapat mengeluarkan bunyi, dapat dilihat pada gambar 5.





Gambar 5. Diagram Alir(a – d). Diagram Alir Program MP3 Player

### 3. PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Pada bagian ini akan membahas pengukuran dan pengujian alat yang telah dibuat. Pengukuran dan pengujian alat bertujuan agar dapat diketahui apakah alat yang telah dibuat sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- Pengukuran daya rangkaian terhadap daya baterai
- Pengujian modul I/O Level Converter
- Pengujian alat

#### Pengukuran Daya Rangkaian terhadap Daya Baterai

Pengukuran ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jumlah konsumsi daya dari semua rangkaian yang ada dan untuk mengetahui daya tahan dari baterai kering 12 Volt dengan konsumsi arus 1,2 Ampere yang digunakan.

Tabel 5. Pengukuran Daya Rangkaian

Alat	Tegangan Input (V)	Arus (A)	Daya (W)
Regulator 5V	11,39	0,04	0,456
DT AVR	4,98	0,11	0,548
Level Converter	4,98	0,038	0,189
Modul MP3	3,23	0,005	0,016
Total Daya			1,209
Baterai aki	12	1,2	14,4

Rumus untuk menghitung daya pada masing-masing rangkaian dan baterai adalah sebagai berikut:

$$P = V.I \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- P = daya (Watt)  
 V = tegangan (Volt)  
 I = arus (Ampere)

Untuk mengetahui daya tahan baterai terhadap rangkaian yang dipakai, maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Daya baterai}}{\text{Daya total rangkaian}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Waktu} = \frac{14,4}{1,209} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Waktu} = 11,91 \text{ jam}$$

Jadi dengan menggunakan baterai aki 12 volt dan konsumsi arus 1200 mA maka daya tahan baterai tersebut dapat bertahan selama ± 11,91 jam.

#### Pengujian Modul I/O Level Converter

Pengujian modul I/O Level Converter ini dilakukan untuk membuktikan dengan teori yang terdapat pada datasheet I/O Level Converter tentang mengubah tegangan input dari 5V menjadi 3,3V atau 3,3V menjadi 5V. Tabel pengukuran input dan output dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan antara datasheet dengan Hasil Pengujian

Datasheet		Hasil Pengukuran		Keterangan
input	output	input	output	
3,3V	5V	3,3V	5V	Terbukti
5V	3,3V	5V	3,3V	Terbukti

Dari tabel di atas maka dapat disimpulkan bahwa teori yang terdapat pada datasheet modul I/O Level Converter dan hasil pengukuran adalah sama.

#### Pengujian Alat

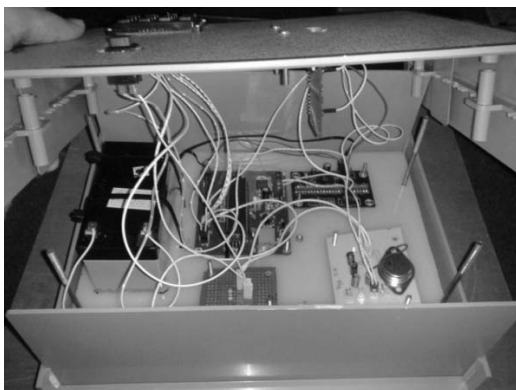
Pengujian alat ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan alat yang telah dibuat, apakah mampu membaca seluruh isi file audio dari CD talking book yang telah diisikan ke dalam kartu memori. Pengujian dilakukan dengan mengisikan 2 judul buku talking book pada memori internal modul VS1000D. Dan akan di uji cobakan untuk menjalankan semua track talking book dari awal hingga akhir secara berurutan. Kondisi lainnya yaitu akan mencoba menjalankan track talking book secara tidak urut dengan track yang ada. Pengujian alat ini dilakukan di SMP LB-A YPAB yang beralamatkan di Jl. Gebang Putih No. 5. Beberapa staff pengajar beserta murid akan mencoba menggunakan MP3 player portable ini dan rincian data pengujian dapat dilihat pada tabel 7. berikut ini.

**Tabel 7. Hasil Pengujian Alat**

Pengujian Alat	Yang melakukan pengujian		Keterangan
	Pengajar	Murid	
Menjalankan 1 file talking book	○	○	○ = berhasil ● = tidak berhasil
Menjalankan 1 file talking book dan memainkan file secara urut	○	○	
Menjalankan 1 file talking book dan memainkan file secara acak	○	○	
Menjalankan 2 file talking book	○	○	
Menjalankan 2 file talking book dan memainkan file secara urut	○	○	
Menjalankan 2 file talking book dan memainkan file secara acak	○	○	

Hasil yang di dapat dari tabel pengujian alat di atas yaitu track audio yang diputar dapat berjalan lancar dan MP3 player ini mampu memutar seluruh track yang telah di isi ke dalam VS1000D. Dari tabel pengujian alat diatas dapat disimpulkan bahwa MP3 player portable yang dibuat berhasil memutar seluruh file audio dari CD talking book yang telah diisikan ke dalam kartu memori, baik dimainkan secara urut ataupun dimainkan secara acak. Dan alat ini tidak diujikan kepada 1 orang saja tetapi kepada beberapa orang yaitu, 2 orang staff pengajar dan 2 orang siswi dari sekolah SMPLB-A YPAB.

#### Foto Alat yang dibuat



#### Dokumentasi Pada Saat Pengujian Alat di SMPLB-A YPAB

##### Murid



##### Pengajar



Secara umum menurut siswa SMPLB dan guru pengajar, peralatan ini dapat dipergunakan untuk membantu proses pembelajaran atau untuk menambah pengetahuan lain dengan bisa mendengarkan ulasan pelajaran maupun pengetahuan lainnya.

Usulan untuk pengembangan peralatan yang diberikan : untuk dimensi dari peralatan yang dapat dibuat secara kecil dan pengoperasiannya dibuat sesederhana mungkin, sehingga faktor ketergantungan dari seorang tunanetra dapat diperkecil dan lebih banyak siswa atau guru pengajar yang dapat mempergunakannya.

#### 4. ANALISA EKONOMI

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan peralatan ini dapat dibuat suatu perhitungan pembuatan peralatan sebagai berikut :

1. Modul elektronik (keypad-Rp.40.000,- ; Mikrokontroller – Rp.300.000,- ; Modul level konverter dan VS1000D – Rp. 400.000,- ; Speaker dan penguat– Rp.50.000,- ; Supply – Rp.20.000,-)
2. Box – Rp. 100.000,-
3. Storage (Memori) – Rp. 25.000,-)

Pengeluaran total untuk membuat peralatan, Rp. 935.000,-. Banyaknya pengeluaran dikarenakan peralatan yang terbeli bukan merupakan suatu peralatan untuk diproduksi secara masal.

#### PENUTUP

Kesimpulan yang didapat setelah proses perancangan, pembuatan dan pengukuran / pengujian, Prototipe MP3 Player Portable untuk Tunanetra adalah :

1. Pengukuran total daya rangkaian dan aki dilakukan untuk mengetahui berapa lama aki akan bertahan jika dipakai terus menerus. Dan setelah dilakukan perhitungan maka diketahui aki dapat bertahan selama 11,91 jam.
2. Untuk pengujian alat, MP3 player mampu memutar track audio secara urut dari track awal hingga track akhir secara urut dan mampu juga untuk memutar track dengan tidak urut atau secara random memainkan track audio sesuai keinginan sang pemakai.
3. Kendala-kendala seorang tuna netra untuk menjalankan peralatan dapat diatasi dengan menggunakan sistem penekanan tombol yang mengeluarkan suara (dari fungsi tombol yang ditekannya), sehingga dapat membantu pemakainya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barnett, Cox, &O’Cull, “Embedded C Programming and The Atmel AVR”, 2007
- [2] Corporation, Atmel, “Datasheet IC ATmega 8535”,  
<http://www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2467.pdf>  
(diakses tanggal 6 April 2012)
- [3] Malvino, Albert Paul, Electronics Principles, 3th Edition, McGraw-Hill.
- [4] Floyd, Thomas, 2007, Electronics Fundamental: circuits, devices, and application, 7th Edition, Prentice-Hall.
- [5] Inc, GitHub, (2008), “SparkFun VS1000 Breakout”,  
<https://github.com/watterott/KnowledgeBase/wiki/SparkFun-VS1000-Breakout>  
(diakses tanggal 26 Mei 2012)

# SELF STABILIZING 1 AXIS QUADCOPTER USING T2-FUZZY CONTROLLER

HendiWicaksono

*Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya  
Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya  
031-2981157  
E-mail : hendi@ubaya.ac.id*

## Abstrak

*QuadCopter* adalah suatu *Miniature Aerial Vehicle* (MAV) yang mempunyai 4 set baling-baling (*propeller*). Suatu *remote control* (RC) diperlukan sebagai pengendali *QuadCopter* untuk bisa bermanuver maju, mundur, kiri, kanan, atas, bawah, dan juga rotasi. Pada penelitian ini didesain suatu sistem pengendali *QuadCopter* secara otomatis tanpa dikendalikan lagi oleh RC. Untuk itu diperlukan suatu pengendali sekaligus sistem stabilisator yang berguna sebagai *autonomous self stabilized* dalam mengontrol kecepatan putaran 4 buah *propeller*. Terdapat 2 *sensor* yang digunakan pada penelitian ini, yaitu MMA7361 *sensor accelerometer 3 axis*, dan GS-12 *sensor gyroscope 2 axis*. Diketahui dengan baik bahwa *output* kedua *sensor* ini mempunyai ketidaklinearan kompleks, maka penelitian ini menggunakan metode kontrol T2-Fuzzy yang dapat mengatasi ketidakpastian dan ketidakpresisian yang terlibat. Sistem kontrol T2-Fuzzy diprogramkan pada *board* Arduino Mega dengan koneksi *analog input* dari kedua *sensor*, *output* berupa *pulse* menuju 4 buah *Electronic Speed Controller* (ESC) yang terhubung ke 4 *brushless motor*, serta komunikasi *bluetooth* guna pengambilan data. Pada pengujian, kontrol T2-Fuzzy diimplementasikan pada 1 *axis* dan *QuadCopter* digantung dengan seutas tali di kedua sisi sehingga *QuadCopter* hanya bisa bergerak pada 1 *axis* demi keamanan peralatan penelitian ini. Hasil yang didapatkan bahwa kontrol T2-Fuzzy dapat mengatasi ketidaklinearan *output* kedua *sensor* (tanpa *pre-processing data*) yang dilihat dari kondisi stabil yang diciptakan setelah mendapatkan *disturbance* meski untuk mencapainya masih terdapat beberapa osilasi. Adanya faktor pengali (*GAIN*) pada *output* kontrol T2-Fuzzy berpengaruh pada respon dan tingkat osilasi stabilisator *QuadCopter*.

Kata Kunci: Arduino Mega, GS-12 Gyroscope 2 axis, Kontrol T2-Fuzzy, MMA7361 Accelerometer 3 axis, QuadCopter.

## 1. Pendahuluan

Dari dunia *aeromodelling*, *QuadCopter* yang merupakan salah satu model pesawat atau lebih tepatnya model helikopter sekarang dikenal pesat di kalangan masyarakat luas. Baik kalangan pecinta *aeromodelling* itu sendiri, kalangan pemuda yang suka bermain *radio control*, hingga kalangan peneliti. Suatu *QuadCopter* merupakan salah satu dari *Miniature Aerial Vehicle* (MAV) karena bentuknya relatif kecil, dan juga bisa disebut dengan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau kendaraan tanpa awak. Peneliti mulai dengan pesat melakukan penelitian pada *QuadCopter* dikarenakan UAV ini mempunyai 1 keunggulan yang penting, yaitu *QuadCopter* mampu melakukan *Vertical Take-Off and Landing* (VTOL) seperti yang disebutkan Basta ketika memutuskan bergabung pada

projek *QuadCopter* [1] dan juga setelah dipetakan prinsip terbang model helikopter lebih unggul dibandingkan prinsip terbang model kendaraan lain [2].

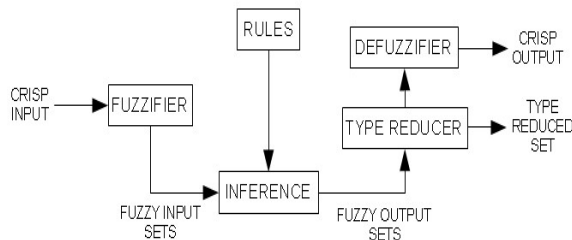
Sistem kontrol *QuadCopter* yang sering digunakan atau dikembangkan pada penelitian-penelitian sebagai pengendali dan stabilisator adalah sistem kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) dengan nilai *tuning* parameter yang berbeda-beda [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9]. Beberapa penelitian juga melakukan *pre-processing* terhadap *output sensor* yang digunakan dengan menggunakan *Kalman filter* dengan tujuan mengurangi faktor *noise* agar kestabilan sistem kontrol mudah tercapai [5], [6], [7], [8].

Adapun komponen minimum yang harus ada pada suatu *QuadCopter* adalah 4 buah *propeller*, 4

buah motor *brushless* 3 fase, 4 buah *Electronic Speed Controller* (ESC), suatu *Inertial Measurement Unit* (IMU) seperti *accelerometer* dan *gyroscope*, dan suatu kontrol *board* [1], [4], [6], [9]. Dan hampir semua penelitian yang mendesain suatu kontrol *board* bagi *QuadCopter* tanpa kendali manusia tidak pernah mengujinya dengan langsung terbang di udara, melainkan mereka menggunakan yang mereka sebut *test bed* [2], [5], [6], [8]. Hal ini dimaksudkan agar peralatan *QuadCopter* tidak mengalami kerusakan dikarenakan suatu kontrol *board* yang belum teruji kehandalannya. Pada *paper* ini membahas hasil dari suatu penelitian, yang diorganisasi sebagai berikut: Bagian 2 mendeskripsikan terkait dengan desain *QuadCopter*, Bagian 3 mendeskripsikan tentang desain sistem kontrol T2-Fuzzy, Bagian 4 mendeskripsikan hasil eksperimentasi dan diskusi, dan simpulan dibahas pada Bagian 5.

## 2. Metode Kontrol T2-Fuzzy

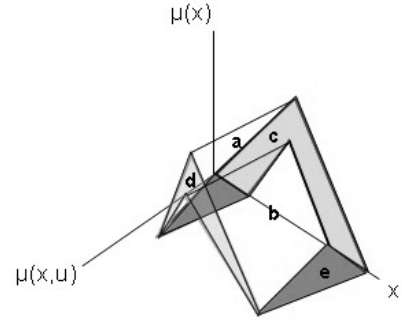
Kontrol cerdas yang biasa diimplementasi pada aplikasi-aplikasi non linear menggunakan kontrol *fuzzy*. Dengan kontrol *fuzzy*, *output* yang dihasilkan dari sistem mempunyai perilaku yang mendekati sama dengan kehidupan nyata. Seperti contoh tentang warna, ada hitam, ada putih, dan ada abu-abu. *Output fuzzy* juga bisa berupa hitam, agak hitam, abu-abu, agak putih, dan putih. Jadi berbentuk suatu ketidakpastian seperti kehidupan nyata, dan ini sangat berbeda dengan yang ada pada sistem *digital*. *Fuzzy* yang itu disebut T1-Fuzzy. T2-Fuzzy merupakan sistem kontrol yang mempunyai tidak hanya ketidakpastian (*uncertainties*) melainkan juga ketidakpresisian (*unprecission*). Dengan kata lain, T2-Fuzzy lebih mampu menyelesaikan sistem dengan orde non linear yang lebih tinggi dibandingkan dengan T1-Fuzzy [10]. T2-Fuzzy memiliki 4 proses, yaitu *fuzzification*, *rules inference*, *type reduction*, dan *defuzzification*. Jadi bedanya dari T1-Fuzzy adalah adanya proses *type reduction*. Arsitektur T2-Fuzzy bisa dilihat pada



Gambar 1. Arsitektur T2-Fuzzy [10]

Salah satu cara merepresentasikan *membership function* T2-Fuzzy dengan menggambarkan *Footprint Of Uncertainty* (FOU) seperti yang terlihat

pada Gambar 2. Dapat dilihat bahwa *membership function* T2-Fuzzy terbentuk dari beberapa *membership function* T1-Fuzzy. Terlihat ada 2 sisi, sisi terdalam yang biasa disebut dengan *Lower Membership Function* (LMF), dan sisi terluar disebut dengan *Upper Membership Function* (UMF). Dan bisa dilihat dari FOU itu juga bahwa selain ada derajat keanggotaan  $X(u(X))$ , juga ada derajat keanggotaan dari derajat keanggotaan  $X(u(u(X)))$ .



Gambar 2. Footprint Of Uncertainty (FOU) [10]

Pada awalnya T2-Fuzzy ideal tidak aplikatif dikarenakan untuk proses perhitungannya memerlukan komputer dengan kecepatan tinggi. Namun, berjalan waktu ditemukan metode penyederhanaan yang dilakukan pada bagian *defuzzification*. Ada 2 metode *defuzzification* yang membuat T2-Fuzzy bisa aplikatif yaitu metode *direct defuzzifier* dan *fast geometric defuzzification* [10]. Pada penelitian ini digunakan adalah *fast geometric defuzzification* dikarenakan masih mengakomodasi ketidakpastian dari T2-Fuzzy ideal. Persamaan *fast geometric defuzzification* sebagai berikut.

$$\tilde{A} = \bigcup_{i=1, \dots, n} t^i \quad \text{where } t^i = \begin{bmatrix} x_1^i & y_1^i & z_1^i \\ x_2^i & y_2^i & z_2^i \\ x_3^i & y_3^i & z_3^i \end{bmatrix}$$

where  $x_1^i, x_2^i$ , and  $x_3^i \in X$  and  $y_1^i, y_2^i$ , and  $y_3^i \in [0,1]$

$z_1^i, z_2^i$ , and  $z_3^i \in [0,1]$  (1)

$$t^i = \begin{bmatrix} x_1^i & y_1^i & z_1^i \\ x_2^i & y_2^i & z_2^i \\ x_3^i & y_3^i & z_3^i \end{bmatrix}$$

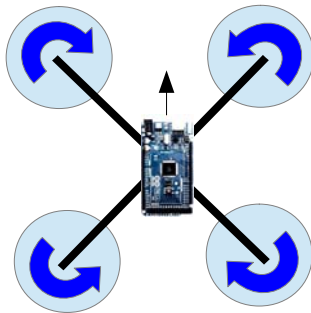
$$C_{\tilde{A}} = \frac{\sum_{i=1}^n C^i A^i}{\sum_{i=1}^n A^i}$$

$$C^i = \frac{x_1^i + x_2^i + x_3^i}{3}$$

$$A^i = 0.5 \sqrt{\frac{((y_2^i - y_1^i)(z_3^i - z_1^i) - (y_3^i - y_1^i)(z_2^i - z_1^i))^2 + ((x_2^i - x_1^i)(z_3^i - z_1^i) - (x_3^i - x_1^i)(z_2^i - z_1^i))^2 + ((x_2^i - x_1^i)(y_3^i - y_1^i) - (x_3^i - x_1^i)(y_2^i - y_1^i))^2}{(y_2^i - y_1^i)^2 + (y_3^i - y_1^i)^2 + (x_2^i - x_1^i)^2 + (x_3^i - x_1^i)^2 + (x_2^i - x_1^i)^2 + (x_3^i - x_1^i)^2}} \quad (5)$$

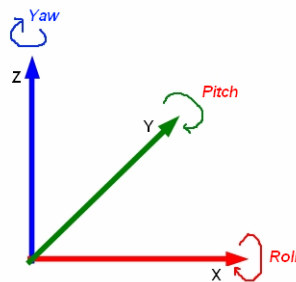
### 3. Desain QuadCopter

Ada 2 model *QuadCopter*, model “Plus” dan model “X”. Pada penelitian ini, model *QuadCopter* yang digunakan adalah model “X”. Pertama yang perlu diatur adalah pengaturan *pitch propeller*. *Pitch propeller* harus diatur sedemikian rupa agar terjadi dorongan angin ke bawah. Tidak hanya itu saja, perlu dilakukan pengaturan dengan arah putaran motor ke arah bagian dalam dengan tujuan untuk meniadakan gaya sentrifugal sehingga *QuadCopter* dapat terangkat. Apabila hal ini tidak dilakukan maka yang terjadi bukan terangkat namun malah bergerak memutar di dasar. Ilustrasi *QuadCopter* model “X” dan arah putaran motor yang menuju ke dalam dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi Model "X" dan Arah Putaran Motor

Dengan mengubah besaran kecepatan putaran keempat buah motor maka *QuadCopter* dapat bergerak atas, bawah, maju, mundur, kiri, kanan, dan rotasi. Pergerakan di atas tersebut lebih dikenal dengan istilah *pitch* (bergerak maju atau mundur), *roll* (bergerak kiri atau kanan), dan *yaw* (rotasi kiri atau rotasi kanan). Lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.

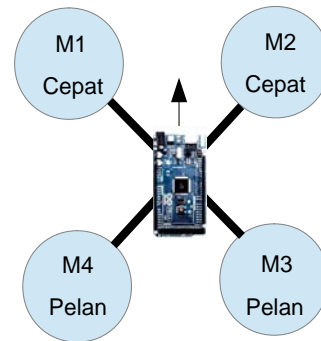


Gambar 4. Pitch, Roll, Yaw

Sebelum mendesain kode program pergerakan *QuadCopter*, harus diketahui dulu dinamika gerak dari *QuadCopter* apabila terjadi penambahan atau pengurangan kecepatan masing-masing motor dari 4 buah motor yang ada. Dinamika pergerakan dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk memudahkan dapat dilihat pada Gambar 5 salah satu contoh ilustrasi dinamika gerak *pitch up*.

Tabel 1. Dinamika Gerak *QuadCopter*

Gerak	M1	M2	M3	M4
<i>Pitch Up</i>	Cepat	Cepat	Pelan	Pelan
<i>Pitch Down</i>	Pelan	Pelan	Cepat	Cepat
<i>Roll Left</i>	Pelan	Cepat	Cepat	Pelan
<i>Roll Right</i>	Cepat	Pelan	Pelan	Cepat
<i>Yaw CW</i>	Pelan	Cepat	Pelan	Cepat
<i>Yaw CCW</i>	Cepat	Pelan	Cepat	Pelan



Gambar 5. Kecepatan 4 Motor saat *Pitch Up*

Dari Gambar 5 dapat dilihat dengan kedua motor bagian depan lebih cepat dibanding kedua motor bagian belakang menyebabkan *QuadCopter* bergerak *pitch up* atau bergerak mundur karena bagian depan terangkat ke atas. Jadi total ada 6 buah gerakan dasar dari dinamika gerak *QuadCopter*.

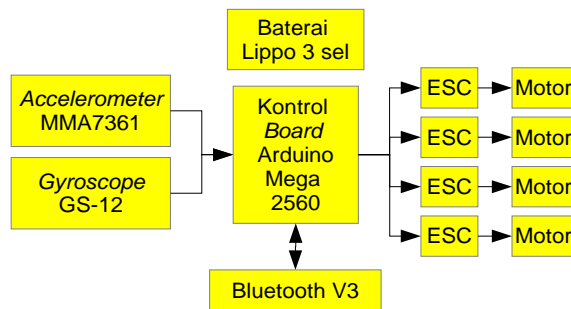
Metode penelitian secara keseluruhan adalah sebagai berikut. (1) Mempelajari bagan kendali suatu *QuadCopter* beserta interkoneksi antar bagian. (2) Menentukan komponen-komponen pembentuk *Quad-Copter*. (3) Melakukan pengujian awal untuk nilai-nilai *output sensor*. (4) Mendesain *membership function input output*, dan *rules* sistem kontrol T2-Fuzzy. (5) Menerjemahkan persamaan kontrol T2-Fuzzy di atas menjadi suatu kode program Arduino. (6) Menguji respon osilasi dari kestabilan 1 *axis*. (7) Analisa dan optimasi parameter-parameter T2-Fuzzy.

Komponen *QuadCopter* yang berkerangka kayu balsa ini terdiri atas *sensor accelerometer*,

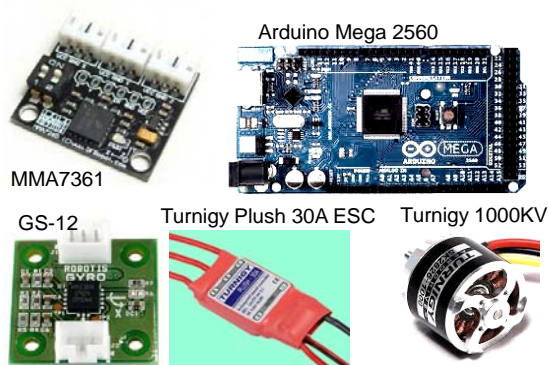


*sensor gyroscope*, kontrol board, ESC, *Propeller Brushless Motor* seperti terlihat pada bagan Gambar 6. Dan bentuk fisik *hardware* yang diperlukan dapat dilihat pada Gambar 7.

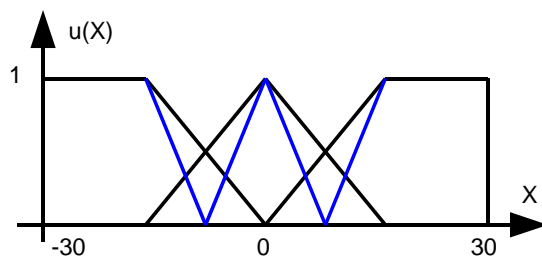
Setelah dilakukan pengujian awal, didapat nilai perubahan gerakan 1 *axis* yang memungkinkan dari *sensor* MMA7361 dan *sensor* GS-12 sebesar -30 dan 30. Dari nilai tersebut dapat didesain nilai *membership function* kedua *input* dan *output*. Seperti terlihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



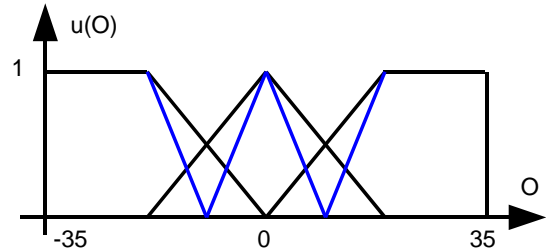
Gambar 6. Bagan *Hardware QuadCopter*



Gambar 7. Bentuk Fisik *Hardware*

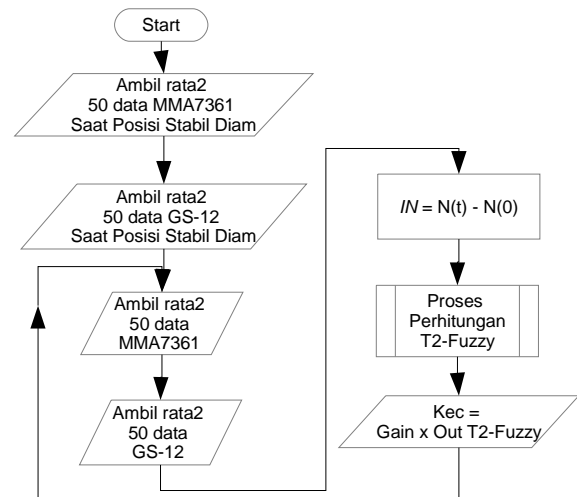


Gambar 8. *Membership Function Input*



Gambar 9. *Membership Function Output*

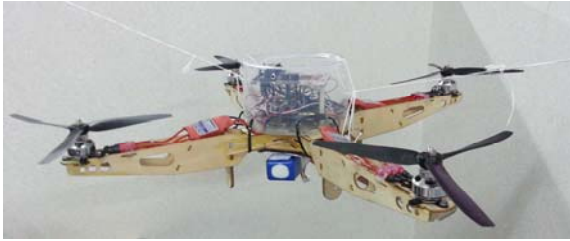
Adapun *flowchart* program dapat dilihat pada Gambar 10. Dapat dilihat pada Gambar tersebut, setiap kali *QuadCopter* mulai diaktifkan selalu mengambil data awal saat dalam keadaan diam. Data ini yang dianggap sebagai target posisi stabil dari *QuadCopter*. Apabila pengambilan data awal ini dilakukan dengan kemiringan tertentu, maka *QuadCopter* berupaya stabil di posisi tersebut. Metode *pre-processing* bisa dikatakan tidak ada hanya mengambil rata-rata dari 50 pengambilan data. Hal ini dimaksudkan agar data yang diluar kelompok data bisa diabaikan dan dapat meminimalisir *noise*.



Gambar 10. *Flowchart Program Kontrol Board Keseluruhan*

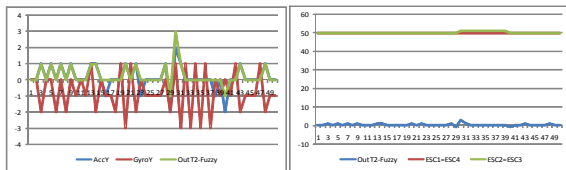
## 4. HasilEksperimentasi dan Diskusi

Untuk proses pengujian ini dan demi keselamatan peralatan, *QuadCopter* diikat pada seutas tali di kedua sisi sehingga masih bisa bergerak dalam 1 *axis* seperti terlihat pada Gambar 11.

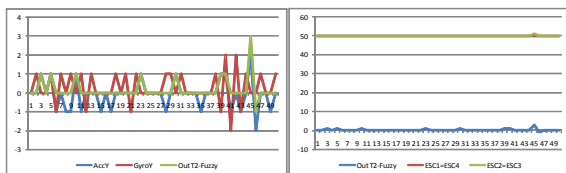


Gambar 11. QuadCopter Terikat Seutas Tali

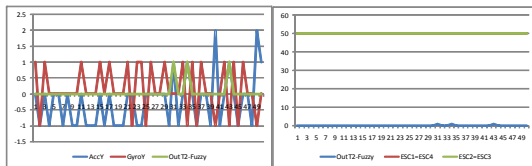
Pertama diuji dulu pada keadaan tanpa gangguan atau *disturbance*. Dan selama pengujian digunakan 3 variasi GAIN yaitu 0.3, 0.5, dan 0.8 terlihat pada Gambar 12, Gambar 13, dan Gambar 14.



Gambar 12. Uji Tanpa *Disturbance*, GAIN 0.3



Gambar 13. Uji Tanpa *Disturbance*, GAIN 0.5



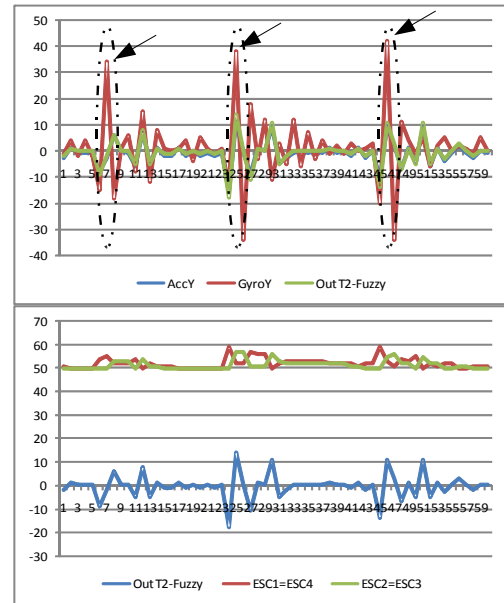
Gambar 14. Uji Tanpa *Disturbance*, GAIN 0.8

Dari ketiga Gambar di atas dapat dilihat bahwa data *sensor MMA7361 accelerometer* dan *sensor GS-12 gyroscope* (grafik sebelah kiri) sangat fluktuatif dan bisa dianggap tidak menentu, namun kecepatan dari *QuadCopter* (grafik sebelah kanan) bisa tetap stabil. Data *sensor* yang fluktuatif tersebut karena adanya getaran ketika keempat *brushless* motor berputar. Dari grafik tersebut menandakan juga kontrol T2-Fuzzy sudah berhasil diimplementasikan sebagai pengontrol *QuadCopter* 1 axis.

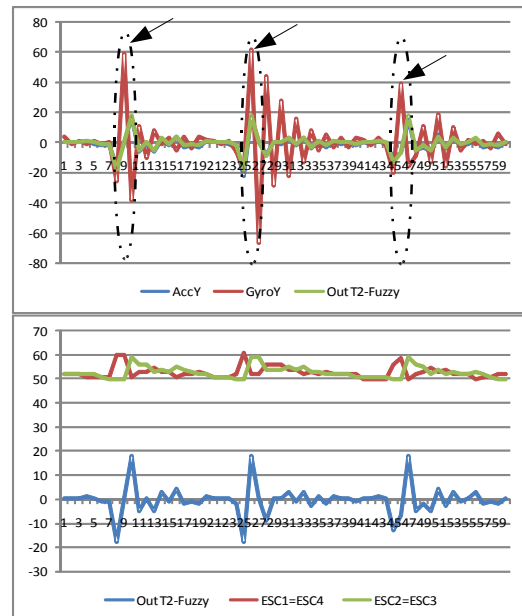
Berikutnya pengujian bertujuan ingin mengetahui seberapa handal kontrol T2-Fuzzy apabila terdapat *disturbance*. *Disturbance* yang diberikan adalah *disturbance* mekanik berupa dorongan 1 sisi ke atas atau ke bawah menggunakan tangan. Pada Gambar 15 bisa dilihat pengujian yang diberikan *disturbance* dan GAIN diatur sebesar 0.3. Tanda panah pada Gambar menunjukkan saat pemberian *disturbance*. Hasil menunjukkan bahwa setelah rata-

rata 10 sekuensial data, *QuadCopter* mulai stabil ditandai dengan kecepatan motor yang sudah flat, dan data *sensor gyro* sudah tidak berubah signifikan.

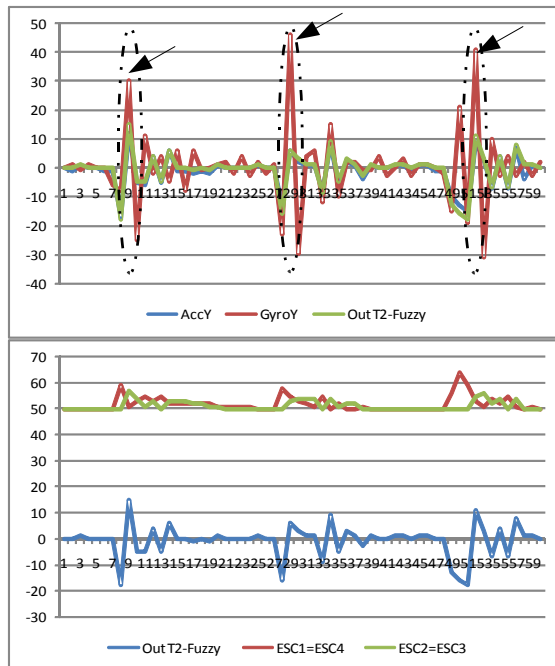
Sedangkan untuk pengujian dengan *disturbance* dan GAIN 0.5 pada Gambar 16 menunjukkan bahwa kecepatan motor mulai flat dan stabil setelah 15 sekuensial data. Jika dibandingkan dengan pemberian GAIN 0.3 yang rata-rata mampu stabil pada 10 sekuensial data menunjukkan bahwa dengan GAIN 0.3 memberikan respon yang lebih baik.



Gambar 15. Uji dengan *Disturbance*, GAIN 0.3



Gambar 16. Uji dengan *Disturbance*, GAIN 0.5



Gambar 17. Uji dengan *Disturbance*, GAIN 0.8

Pada Gambar 17, terlihat terjadi osilasi lebih lama dibandingkan dengan 2 pengujian sebelumnya sekitar 17 sekuensial data. Jikadilihat waktu secara *real time*, 10 sekuensial data kira-kira memakan waktu sekitar 2-3 detik saja. Karena pada pengujian terakhir ini mempunyai respon terlama yaitu 17 sekuensial data, maka bisa dikatakan kontrol T2-Fuzzy membutuhkan paling lama sekitar tidak lebih dari 5 detik.

## 5. Simpulan

Dari beberapa data pengujian, bisa ditarik beberapa simpulan sebagai berikut. (1) Dari pengujian didapatkan bahwa dengan kontrol T2-Fuzzy dapat dieliminasi ketidaklinearan output sensor *accelerometer* maupun *sensor gyrometer* sehingga tidak perlu dilakukan lagi proses *pre-processing*, misalnya menggunakan *Kalman filter*. (2) Semakin kecil nilai GAIN yang diberikan (pengaturan pada program) semakin bagus respon kontrol ditandai dengan masa osilasi yang singkat. (3) Dari parameter pengaturan T2-Fuzzy meliputi pengaturan nilai *membership function* baik *input* dan *output*, pengaturan *rules inference*, didapatkan waktu terlama dalam pencapaian kestabilan selama kurang lebih 5 detik.

## Daftar Pustaka

- [1] P. O. Basta. "*Quad Copter Flight*", Thesis Master Science, California State University, Northridge, May 2012.
- [2] S. Bouabdallah, P. Murrieri, R. Siegwart. "*Design and control of an indoor micro quadrotor*", Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA'04. 2004 IEEE International Conference on. Vol. 5. IEEE, 2004.
- [3] J. F. Roberts, T. S. Stirling, J. C. Zufferey, D. Floreano. "*Quadrotor Using Minimal Sensing For Autonomous Indoor Flight*", 3rd US-European Competition and Workshop on Micro Air Vehicle Systems (MAV07) & European Micro Air Vehicle Conference and Flight Competition (EMAV2007), Toulouse, Franch, September 2007.
- [4] J. Rought, D. Goodhew, J. Sullivan, A. Rodriguez. "*Self-Stabilizing Quad-Rotor Helicopter*", UCF Fall Senior Design, University of Central Florida. 2010.
- [5] S. Bouabdallah, A. Noth, R. Siegwart. "*PID vs LQ Control Techniques Applied to an Indoor Micro Quadrotor*", In Intelligent Robots and Systems, 2004.(IROS 2004). Proceedings, IEEE/RSJ International Conference on (Vol. 3, pp. 2451-2456), 2004.
- [6] L. K. Burkamshaw. "*Towards a Low-Cost QuadRotor Research Platform*", Thesis, Naval PostGraduate School, Monterey, California, Maret 2010.
- [7] S. G. Fowers. "*Stabilization and Control of A Quad-Rotor Micro-UAV Using Vision Sensors*", Thesis, Brigham Young University, Agustus 2008.
- [8] V. Sikiric. "*Control of Quadcopter*", Thesis, KTH Computer Science and Communication, Stockholm, Sweden, 2008.
- [9] C. A. Herda. "*Implementation of a QuadRotor Unmanned Aerial Vehicle*", Thesis, California State University, Northridge, Mei 2012.
- [10] H. Wicaksono. "*Fast Geometric T2-Fuzzy Based Improved Lower Extremities Stimulation Response*", Telkomnika: Indonesian Journal of Electrical Engineering, ISSN: 1693-6930, e-ISSN: 2087-278X, Vol. 8, No. 3, December 2010: 207 – 216.
- [11] S. Coupland, R. John. "*Fast Geometric Method for Defuzzification of Type2-Fuzzy Sets*", IEEE Trans on Fuzzy Systems. 2008; 16(4): 929 - 941.

## [CV Penulis]

**HendiWicaksono**, lahir di Denpasar, Bali di tahun 1981. Ia menyelesaikan studi S1 Teknik Elektro bidang Robotika pada Universitas Surabaya (UBAYA) dengan mengambil topik Tugas Akhir tentang robot menggunakan sel surya, dan lulus tahun 2003. Kemudian melanjutkan studi S2 Teknik Elektro bidang Biomedis di Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) dengan topik Thesis tentang desain kontrol T2-Fuzzy untuk rehabilitasi otot pasien pasca stroke, lulus tahun 2009. Saat ini bidang penelitian yang sedang dikerjakan adalah sistem kontrol *fuzzy*, UAV, Robot, *Image Processing*, dan Biomedis



# PEMODELAN ARIMA UNTUK REDAMAN KANAL HF LINK BANDA ACEH-SURABAYA

Indra Jaya dan Achmad Mauludiyanto

*Jurusan Teknik Elektro*

*Institut Teknologi Sepuluh November*

*Kampus ITS, Keputih-Sukolilo, Surabaya-60111*

*Email: indra.jaya1981@gmail.com, maulud@ee.its.ac.id*

## Abstrak

Pada era globalisasi saat ini teknologi telekomunikasi berkembang dengan sangat pesat. Begitu juga dalam bidang *broadcasting*, sehingga sangat memungkinkan meningkatnya kebutuhan terhadap kanal frekuensi yang baru. Sistem komunikasi radio HF mempunyai kelebihan dalam propagasi yaitu dapat menjangkau jarak lintasan yang jauh, mudah diimplementasikan dan lebih murah dibandingkan dengan sistem komunikasi satelit.

Salah satu jenis dari propagasi gelombang radio HF adalah *sky wave*. Pada propagasi jenis ini sinyal dari pemancar dipantulkan oleh lapisan ionosfer dari atmosfer tertinggi agar dapat sampai di penerima. Dengan menggunakan frekuensi tinggi (HF: 3 – 30 MHz) dapat digunakan untuk komunikasi jarak jauh.

Para peneliti telah banyak melakukan pemodelan terhadap kanal HF dengan berbagai macam model. Umumnya pemodelan kanal statistik dirancang dan diterapkan dengan menggunakan simulator kanal. Salah satu model yang dapat diterapkan adalah model ARIMA (*Autoregressive Integration Movingaverage*). Model ARIMA memiliki karakteristik yang paling sesuai dengan karakteristik data yang didapat dari pengukuran redaman kanal HF, yaitu *time series*. Dengan pemodelan ARIMA, perlu dipertimbangkan sifat tak stasioner dalam dimensi waktu, agar didapat keakuratan yang tinggi. Pemodelan ARIMA untuk kanal HF saat ini belum banyak diteliti, akan tetapi pemodelan ARIMA dalam bidang telekomunikasi lainnya sudah banyak dilakukan.

Dari hasil yang telah dilaksanakan diperoleh duabelas model ARIMA, yaitu Model ARIMA (0,1,1), (1,0,0), (1,0,1), (1,0,2), (1,0,3), (1,0,4), (0,0,5), (2,0,1), (2,0,2), (2,0,0), (2,0,5), dan (3,0,3). Model ARIMA yang paling dominan adalah model ARIMA (1,0,2) dengan jumlah *event* 30,67 %, model ARIMA (2,0,2) 20 %, model ARIMA (2,0,1) 14,67 %, model ARIMA (1,0,3) 9,33%, model ARIMA (1,0,1) 6,67%, ARIMA (3,0,3) 5,33%, model ARIMA (0,1,1) 4%, ARIMA (1,0,0) 4%, (0,0,5), (2,0,0), (2,0,5), dan (1,0,4) masing-masing 1,33%. Namun hanya dua model yang paling mendekati dengan model pembangkitan yaitu model ARIMA (1,0,0) dan Model (1,0,2), sedangkan model terbaik dengan berdasarkan kriteria AIC terkecil adalah ARIMA (1,0,2).

Kata kunci : Frekuensi tinggi (HF), dan ARIMA (*Autoregressive Integration Moving Average*).

## 1. PENDAHULUAN

Pada eraglobalisasi saat ini teknologi telekomunikasi berkembang dengan sangat pesat. Sehingga sangat memungkinkan meningkatnya kebutuhan terhadap kanal frekuensi yang baru. Sistem komunikasi radio HF mempunyai kelebihan dalam propagasi yaitu dapat menjangkau jarak lintasan yang jauh, mudah diimplementasikan dan lebih murah dibandingkan dengan sistem komunikasi satelit akan tetapi sistem komunikasi radio HF sangat dipengaruhi oleh bertambahnya lebar kanal dan frekuensi radio.

Salah satu jenis propagasi gelombang radio HF adalah gelombang langit (*sky wave*). Pada propagasi jenis ini sinyal dari pemancar dipantulkan oleh lapisan ionosfer sehingga dapat sampai pada penerima. Dengan daya pancar yang besar, sinyal pada lintasan terpantul antara ionosfer dan bumi dapat menjangkau jarak yang sangat jauh.

Propagasi HF sangat dipengaruhi oleh jarak antara pemancar dan penerima, frekuensi, waktu propagasi. Gelombang radio yang dipancarkan melewati garis khatulistiwa akan mengalami pemantulan dan pembelokan oleh lapisan ionosfer

serta dapat menimbulkan *multipath fading* yang mengakibatkan lintasan propagasi *non Line of Sight* (NLOS) sehingga sinyal gelombang yang diterima pada penerima berubah terhadap waktu dan mengalami redaman.

Dalam beberapa dekade ini para peneliti telah banyak melakukan pemodelan terhadap kanal HF dengan berbagai macam model, umumnya pemodelan kanal statistik dirancang dan diterapkan dengan menggunakan simulator kanal. Salah satu model yang dapat diterapkan adalah dengan model ARIMA. Karena Model ARIMA memiliki karakteristik yang paling sesuai dengan karakteristik data yang didapat dari pengukuran redaman kanal HF yaitu *time series*.

Dengan pemodelan ARIMA, perlu dipertimbangkan sifat tak stasioner dalam dimensi waktu, agar didapat keakuratan yang tinggi, sehingga sangat cocok untuk data yang mempunyai sifat tak stasioner. Pemodelan ARIMA untuk kanal HF saat ini belum banyak diteliti, akan tetapi pemodelan ARIMA dalam bidang telekomunikasi lainnya sudah banyak sekali dilakukan. Diharapkan dari pemodelan ini dapat diperoleh model yang mampu menggambarkan karakteristik stokastik variasi kanal HF dan dapat digunakan dalam simulasi dan evaluasi sistem komunikasi HF.

Pemodelan kanal HF yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan data pengukuran kanal HF link Banda Aceh-Surabaya. Perhitungan data dalam bentuk domain waktu akan dimodelkan dalam pemodelan runtun waktu dalam *univariate* yaitu model AR, model MA dan model ARIMA.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Propagasi Gelombang Radio

Pada komunikasi tanpa kabel, dibutuhkan adanya media transmisi yaitu gelombang radio. Gelombang radio akan melakukan propagasi untuk menransmisikan suatu informasi. Propagasi gelombang radio di definisikan sebagai perambatan gelombang radio di suatu medium (umumnya udara). Propagasi gelombang radio dapat dikatakan ideal jika gelombang yang dipancarkan oleh antena pemancar diterima langsung oleh antena penerima tanpa melalui suatu hambatan (*Line Of Sight / LOS*) yang dinamakan propagasi ruang bebas (*free space*) dimana propagasi ruang bebas digunakan untuk memperkirakan penguatan dari sinyal penerima.

### 2.2 Propagasi Gelombang HF

Pada frekuensi tinggi (HF), yang mempunyai range frekuensi 3 – 30 MHz, gelombang dapat dipropagasikan menempuh jarak yang jauh akibat dari pembiasan dan pemantulan lintasan pada

lapisan ionosfer. Gelombang yang berpropagasi melalui lapisan ionosfir ini disebut sebagai gelombang ionosfir (*ionospheric wave*) atau juga disebut gelombang langit (*sky wave*).

Gelombang ionosfir terpancar dari antena pemancar dengan suatu arah yang menghasilkan sudut tertentu dengan acuan permukaan bumi. Dalam perjalanannya, bisa melalui beberapa kali pantulan lapisan ionosfir dan permukaan bumi, sehingga jangkauannya bisa mencapai antar pulau, bahkan antar benua.

Ionosfir tersusun dari 3 (tiga) lapisan, mulai dari yang terbawah yang disebut dengan lapisan D, E dan F. Sedangkan lapisan F dibagi menjadi dua, yaitu lapisan F1 dan F2. Pada siang hari, radiasi dari matahari adalah maksimum, sedangkan di malam hari adalah minimum. Saat radiasi matahari tidak ada, banyak ion-ion yang bergabung kembali menjadi molekul-molekul. Keadaan ini menentukan posisi dan banyaknya lapisan dalam ionosfir. Karena posisi matahari berubah-ubah terhadap titik-titik tertentu di bumi, dimana perubahan itu bisa harian, bulanan, dan tahunan, maka karakteristik yang pasti dari lapisan-lapisan tersebut sulit untuk ditentukan/dipastikan.

Salah satu karakteristik propagasi gelombang radio adalah *attenuation* (redaman). Redaman merupakan selisih antara daya pancar dengan daya terima yang disebabkan karena perubahan kondisi kanal propagasi selama terjadinya komunikasi. Jika daya minimum yang bisa diterima penerima adalah  $P_R$  (watt) dan  $P_T$  (watt) adalah daya pancar serta  $L_s$  (dB) adalah jumlah rugi link radio HF *point to point* maka redaman total ada  $A_T$  (dB) dapat ditulis :

$$A_T = P_T - P_R - L_s \quad (2.1)$$

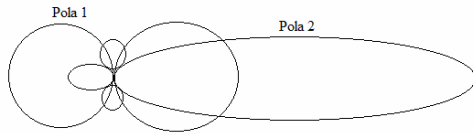
### 2.3 Teori Antena

Antena adalah suatu susunan konduktor yang didesain untuk meradiasikan atau menerima gelombang radio (gelombang elektromagnetik). Antena berfungsi untuk mengubah arus listrik frekuensi radio menjadi gelombang elektromagnetik.

Pada dasarnya, hanya ada satu alasan untuk memilih antena dengan benar, yaitu supaya sinyal merambat melalui lintasan yang diharapkan, dan sampai ke penerima dengan mode propagasi terbaik yang mungkin dilakukan. Pemilihan antena bervariasi sesuai kebutuhan. Satu antena mungkin ideal untuk satu kondisi tetapi hampir tidak mungkin digunakan untuk kondisi lainnya.

Antena dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu antena omnidirectional dan antena directional. Untuk antena omnidirectional pada umumnya

mempunyai radiasi  $360^\circ$  sedangkan untuk antenna directional dapat diarahkan sesuai dengan keinginan. Pada gambar 2.3 dapat dilihat pola radiasi dari antenna omnidirectional (pola 1) dan pola radiasi dari antenna directional (pola 2).



Gambar 2.3 Polaradiasi antenna

## 2.4 Pemodelan ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

ARIMA sering disebut juga dengan metode runtun waktu Box-Jenkins. Model ARIMA adalah model yang secara penuh mengabaikan variabel independen dalam membuat peramalan. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. ARIMA sesuai jika observasi dari deret waktu (*time series*) secara statistik berhubungan satu sama lain (*dependent*).

Pada pemodelan ARIMA, bagian penting yang harus dipenuhi adalah data harus terlebih dahulu stasioner terhadap *mean* dan *varians*. Apabila data belum stasioner terhadap *varians* maka perlu dilakukan transformasi. Salah satu transformasi yang dapat digunakan adalah transformasi Box-Cox. Jika data masih belum stasioner terhadap *mean*, maka dilakukan proses *differencing*. Yang dimaksud dengan *differencing* adalah menghitung perubahan atau selisih nilai observasi. Nilai selisih yang diperoleh dicek lagi apakah stasioner atau tidak. Jika belum stasioner maka dilakukan *differencing* lagi.

## 3. Metode Penelitian

Secara garis besar pemodelan ARIMA dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.1.

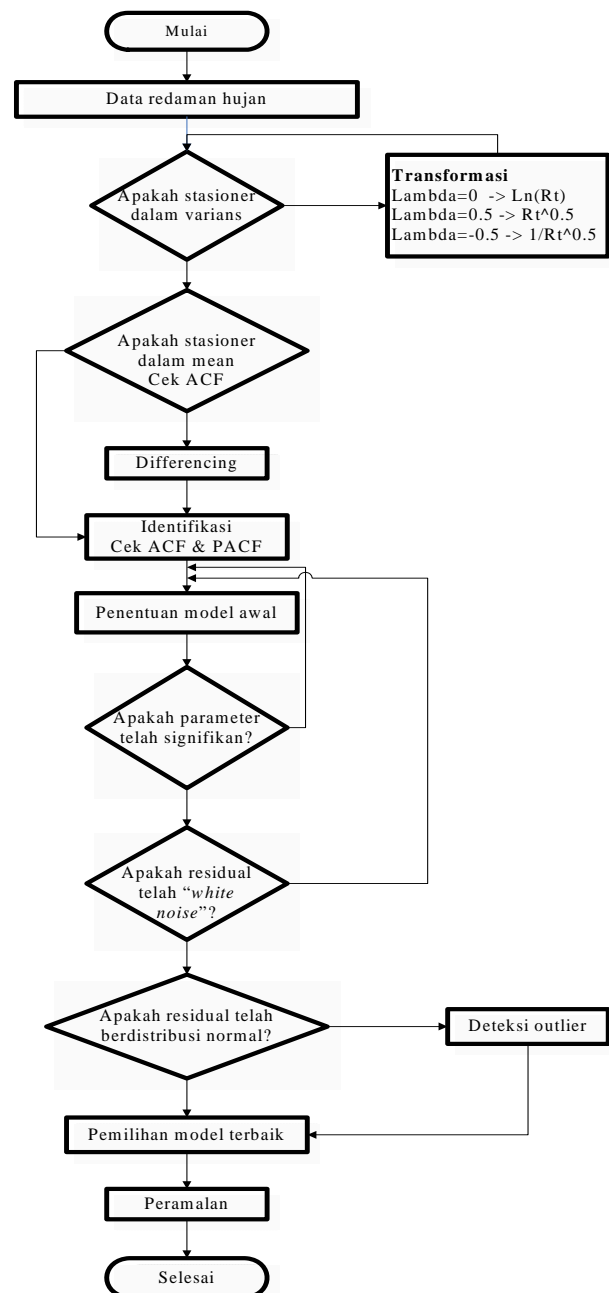
### 3.1 Pengukuran Kanal HF Link Banda Aceh-Surabaya

#### 3.1.1 Lokasi Pengukuran

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kanal HF link Banda Aceh-Surabaya dengan jarak 2400 Km. Dimana posisi Transmitter berada di Kota Banda Aceh dengan Letak geografis adalah  $05^\circ 16' 15''$  Lintang Utara dan  $95^\circ 16' 15''$  Bujur Timur. Dan posisi Receiver berada di Kota Surabaya tepatnya di Gedung B Ruang B 401 lantai 4 Jurusan Teknik Elektro, FTI-ITS dengan letak geografis  $7,25^\circ$  Lintang Barat dan  $112,75^\circ$  Bujur Timur. Ilustrasi lokasi seperti ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Pengukuran Kanal HF



Gambar 3.1 Diagram alir pemodelan ARIMA



### 3.1.2 Frekuensi Pengukuran

Berdasarkan peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 33/PER/M.KOMINFO/08/2009 tertanggal 31 Agustus 2009 tentang penyelenggaraan Amatir Radio bahwa alokasi frekuensi yang diizinkan untuk radio amatir untuk tingkat penggalang adalah menggunakan band frekuensi 14.3 MHz. Frekuensi tersebut dipilih karena pada band frekuensi tersebut masih tersedia untuk pengukuran karakteristik kanal HF.

### 3.1.3 Penentuan Waktu Pengukuran

Propagasi Gelombang radio HF sangat dipengaruhi oleh kondisi waktu pada setiap hari. Propagasi gelombang radio HF akan berada antara waktu pagi, siang, sore dan malam. Oleh karena itu pengukuran dilakukan pada kondisi waktu yang berbeda yaitu pada waktu pagi, siang, sore dan malam.

### 3.1.4 Pengukuran Sinyal Radio HF

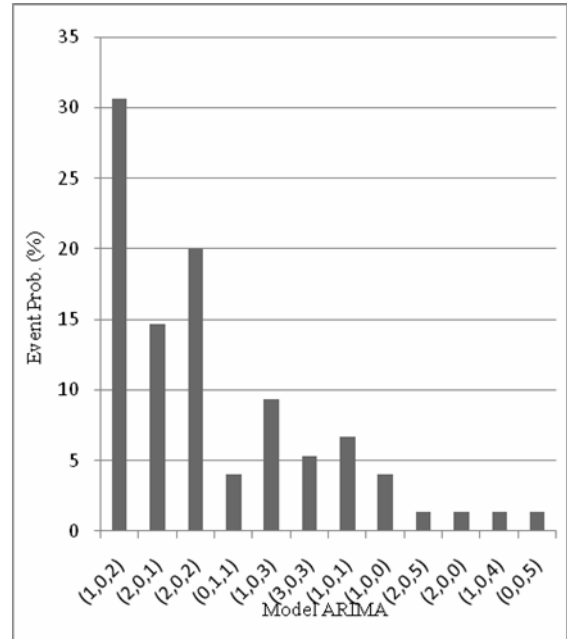
Pengukuran dan pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk dua lokasi. Pada Gambar 3.3 menjelaskan konfigurasi pengukuran dari pemancar dan penerima.

## 4. Pembahasan

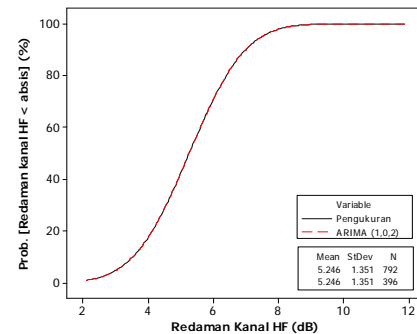
Dari hasil pengukuran propagasi melalui kanal frekuensi tinggi diperoleh data dalam bentuk level daya (dBm) kemudian dihitung redaman kanal HF (dB) setelah itu data redaman kanal HF tersebut dimasukkan ke *software* Minitab dan SAS.

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat Model-Model yang dihasilkan. Dari model-model ARIMA tersebut terlihat bahwa model ARIMA yang paling dominan yaitu model ARIMA (1,0,2) dengan jumlah *event* sebanyak 30,67 %, model ARIMA (2,0,2) dengan jumlah *event* 20 %, model ARIMA (2,0,1) 14,67 %, model ARIMA (1,0,3) 9,33%, model ARIMA (1,0,1) 6,67%, model ARIMA (3,0,3) 5,33%, model ARIMA (0,1,1) 4%, model ARIMA (1,0,0) 4%, model ARIMA (2,0,0) 1,33%, model ARIMA (1,0,4) 1,33% dan model ARIMA (0,0,5) 1,33% yaitu sesuai dengan grafik pada gambar 4.1.

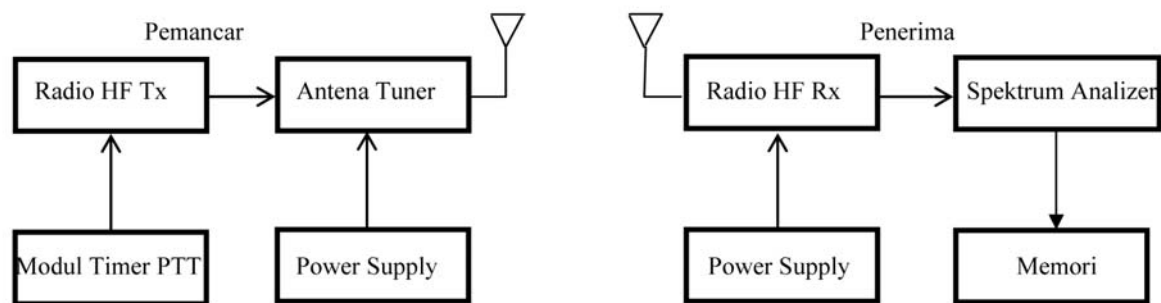
Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa hasil pembangkitan dan pengukuran dengan model ARIMA (1,0,2) mempunyai pola distribusi yang sama sehingga sangat tepat jika dipilih sebagai model terbaik yang memenuhi kriteria AIC terkecil dimana artinya mempunyai error yang paling sedikit.



Gambar 4.1 Grafik persentase Model ARIMA



Gambar 4.2 Grafik ECDF data pengukuran dengan pembangkitan Model ARIMA (1,0,2) dengan distribusi Normal.



Gambar 3.3 Blok diagram konfigurasi pengukuran

## 5. Kesimpulan

Dari hasil dan analisa data dapat ditarik kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil pemodelan diperoleh dua belas model ARIMA dengan probabilitas yang paling besar yaitu model ARIMA (1,0,2) 23 event (30,67%), model ARIMA (2,0,2) 15 event (20%), model ARIMA (2,0,1) 11 event (14,67%), model ARIMA (1,0,3) 7 event (9,33%), model ARIMA (1,0,1) 5 event (6,67%), model ARIMA (3,0,3) 4 event (5,33%), model ARIMA (0,1,1), (1,0,0) masing-masing 3 event (4%) dan model (1,0,4), (1,05), (2,0,0), (2,0,5) masing-masing 1 event (1,33%).
2. Dari hasil pengukuran selama bulan Januari sampai dengan Maret 2013 terdapat dua belas model ARIMA akan tetapi hanya ada dua model yang paling mendekati dengan model ARIMA pengukuran yaitu model ARIMA (1,0,0) dan model ARIMA (1,0,2).
3. Model terbaik untuk redaman kanal HF adalah model ARIMA (1,0,2) karena model tersebut memenuhi kriteria AIC terkecil yaitu 0.2004 dengan jumlah event yang paling dominan yaitu sebesar 23 event (30.67%) dan pola distribusinya sangat mendekati dengan pengukuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S.G. Tayer and C. B. Erol. " Broadcast Analysis and Prediction in the HF Band,". IEEE Transaction on Broadcasting, Vol 44, No.2, pp. 226-232, June 1998.
- [2] D. Ariyus dan R. Andri. " Komunikasi Data,". Andi Yogya, STIMIK AMIKOM Yokyakarta, 2008.
- [3] K.S.B You, "Investigation on Fading of High Frequency Radio Signal Propagation in ionospher", School of Electrical and Electronic, the University of Adealaide, Australia.
- [4] S. A. Fechtel. " A Novel Approach to Modeling and Efficient Simulation of Frequency-Selective Fading Radio Channels". IEEE Journal on Selected Areas in Communications, VOL. 11, NO. 3, PP.422-431, APRIL, 1993.
- [5] C. A. Pantjaros, J. A. While, G.F. Gott, P.J. Laycock dan M. Broms. "European HF Occupancy experiment,".Nordic Shortwave Conference, 1995.
- [6] L. Ehrinan, J. F. Eschle, J. M. Kates, and L. B. Bates. " Real-Time Software Simulation of the HF Radio Channel". IEEE Transaction on Communication, Vol. 30, No.8, pp. 1809-1817 , August, 1982.
- [7] Y. Shu, M. Yu, and L. Oliver. " Wireless Traffic Modeling and Prediction Using Seasonal ARIMA Models,". IEEE Transaction on Communication, pp. 1675- 1679, 2003.
- [8] A. Mauludiyanto, G. Hendranto, M. H. Purnomo, T. Ramadhany, and A. Matsushima. "ARIMA Modeling of Tropical Rain Attenuation on a Short 28-GHz Terrestrial Link", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 9, 2010.
- [9] A. Fauziah, "Pemodelan ARMA untuk Kanal HF Link Malang-Surabaya". Tesis, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November, Juli, 2010.
- [10] J.D. Parson, (1992), "The Mobile Radio Propagation Channel", John Wiley & Sons, Inc, New York-Toronto, Hal.17.
- [11] Australian Government, IPS Radio and space service," Introduction of HF Radio Propagation", <http://www.ips.gov.au>.
- [12] Keputusan Menteri Perhubungan Nomor : KM.5 Tahun 2001 Tentang Penyempurnaan Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia G.F.
- [13] Kepdirjen Postel Nomor : 80/dirjen/1999 Tentang Persyaratan Teknis Perangkat Radio Amatir

- [14] J.R. Hallas, "Basic Antennas Understanding Practical Antennas and Desain." The ARRL Antennas Book USA, Feb 2007.
- [15] Gott, N.F. Wong dan Dutta. "Occupancy measurement across the entire HF spectrum,". NATO AGARD Conference Proceedings, 1982.
- [16] The ARRL Handbook Radio Communication, "Eighty-fifth Edition, ARRL-the Association for Amateur Radio," CT 06111 USA, 2008.
- [17] Wei, dan W.S William, "Time Series Analysis- Univariate and Multivariate Methods", Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company, USA, 2005.

### **[CV Penulis]**

Penulis menyelesaikan pendidikan Strata satu di Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, setelah lulus bekerja di PT. Aplikasi Lintasarta Nanggroe Aceh Darussalam sebagai Business Solution Manager (2007-2010), kemudian bekerja di PT. Netto Cyber Indonesia Surabaya (2010) sebagai Account Manager, setelah bekerja selama empat tahun melanjutkan studi S2 di Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Telekomunikasi Multimedia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

# PENGARUH PERBEDAAN BENTUK DAN LEBAR SLOT APERTURE PADA ANTENA MIKROSTRIP APERTURE COUPLED

IpanSuandi, EkoSetijadi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : i.suandi@yahoo.com, ekoset@ee.its.ac.id

## Abstrak

Teknik pencatutan jenis *aperture coupled* pertama sekali diperkenalkan oleh D.M Pozar pada tahun 1985 yang bertujuan untuk meningkatkan bandwidth dari antenna mikrostrip. Dengan pengoptimalan beberapa parameter termasuk dimensi *slot aperture* maka dapat dicapai bandwidth mendekati 70%. Tujuan dari observasi ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan lebar *slot aperture* dan bentuk *slot aperture* yang berbeda terhadap parameter antenna mikrostrip. Perbedaan bentuk dan perubahan ukuran lebar slot aperture akan mengakibatkan perubahan pada parameter antenna mikrostrip. Bentuk *slot aperture* silang (*cross*) menghasilkan return loss yang lebih baik dibandingkan dengan bentuk slot aperture persegi panjang. Namun parameter bandwidth lebih baik pada antenna dengan bentuk *slot aperture* persegi panjang dibandingkan bentuk slot aperture silang (*cross*).

Kata kunci: aperture coupled, antenna mikrostrip, return loss, slot aperture

## 1. Pendahuluan

Antena adalah salah satu suatu komponen yang mempunyai peranan sangat penting dalam sistem komunikasi, sehingga antena bisa dianggap sebagai tulang punggung sistem nirkabel. Dengan perkembangan zaman saat ini teknologi komunikasi menuntut adanya antena yang berukuran kecil, ringan, murah, unjuk kerja baik dan mudah pemasangannya. Perkembangan industri antena pun kemudian banyak diciptakan dan dikembangkan untuk berbagai macam aplikasi. Salah satu jenis antena tersebut adalah antena mikrostrip. Bahannya yang sederhana, bentuk dan ukuran dimensi antenanya lebih kecil, harga produksinya lebih murah dan mampu memberikan unjuk kerja (performance) yang cukup baik. Dengan bentuk bidang yang bermacam-macam seperti lingkaran, segitiga, cincin, dan segiempat antena mikrostrip mampu disesuaikan dalam pemasangannya atau dengan kata lain antena mikrostrip lebih mudah dalam penempatannya[1].

Teknik pencatutan jenis *aperture coupled* pertama sekali diperkenalkan oleh D.M Pozar pada tahun 1985 yang bertujuan untuk meningkatkan bandwidth dari antenna mikrostrip. Dengan pengoptimalan beberapa parameter termasuk

dimensi *slot aperture* maka dapat dicapai bandwidth mendekati 70% [2]. Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari antena mikrostrip dengan teknik pencatutan *aperture coupled*, diantaranya menganalisis perbedaan letak *slot aperture* pada antena mikrostrip *aperture coupled* dan ukuran dari *slot aperture* [3]. Selanjutnya penelitian tentang antena mikrostrip *aperture coupled* yang menganalisis perbedaan bentuk *patch* terhadap parameter antena [4].

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan terhadap perbedaan bentuk *slot aperture* pada antena mikrostrip. Ada dua bentuk slot aperture yang dibandingkan yaitu slot persegi (persegi panjang) dan slot dengan bentuk silang (*cross slot*).

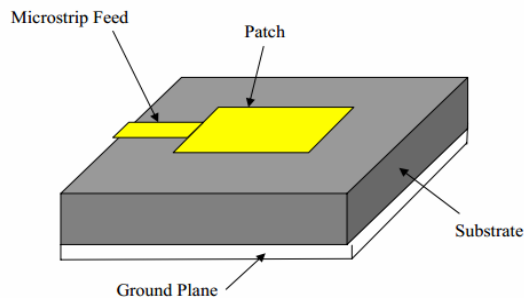
Keuntungan menggunakan *aperture coupling* adalah tidak ada kontak langsung antara *patch* antena dengan *feed line*-nya, bandwidth lebih lebar dan dapat mengurangi *spurious radiation* dari *feed line*. Hal ini disebabkan karena pada *aperture coupling* struktur pabrikasinya menggunakan dua atau lebih substrate, dimana *patch* antena terletak di-substrate bagian atas sedangkan *feed line* terletak di-substrate bagian bawah yang dikopel secara aperture melalui sebuah slot atau sebuah *cross slot* yang terletak diantara elemen antena dan *feed line*[5].

## 2. Teknik Pencatutan Antena Mikrostrip

Teknik *feed* atau pencatutan adalah teknik yang digunakan untuk menghubungkan antena mikrostrip dengan saluran transmisi lainnya, umumnya yang dihubungkan adalah bagian *patch* antena mikrostrip. *Patch* antena mikrostrip dapat dicatu dengan berbagai macam metode. Metode-metode tersebut dapat dikelompokkan kedalam dua kategori: metode kontak langsung (*contacting method*) dan metode kontak tak langsung (*non-contacting method*). Dalam *contacting method* daya RF dicatu secara langsung ke *patch* peradiasi dengan menggunakan elemen penghubung seperti saluran mikrostrip. Sedangkan dalam skema *non-contacting method*, kopling medan elektromagnet dilakukan untuk mentransfer daya antara saluran transmisi dan *patch* peradiasi. Ada 4 teknik pencatutan yang populer digunakan yaitu *microstrip line*, *coaxial feed* (keduanya menggunakan skema kontak langsung), *aperture coupling* dan *proximity coupling* (keduanya menggunakan skema kontak tak langsung)

### 2.1 Microstrip Line Feed

Pada tipe pencatutan ini, bagian konduktor dihubungkan secara langsung dengan bagian tepi *patch* mikrostrip. Lebar *strip* konduktor lebih kecil dari pada elemen peradiasi antena mikrostrip. Tipe pengaturan pencatutan semacam ini mempunyai keuntungan bahwasanya pencatutan dapat diberikan pada substrat yang sama untuk menyediakan suatu struktur planar. Tujuan memberikan potongan menjorok (*inset*) kedalam *patch* adalah untuk menyesuaikan impedansi saluran dengan *patch* tanpa memerlukan elemen penyesuai tambahan. Hal ini dapat diperoleh melalui pengaturan posisi *inset* yang benar. Dari penjelasan tersebut maka dapat lebih jelasnya dilihat pada Gambar 1.



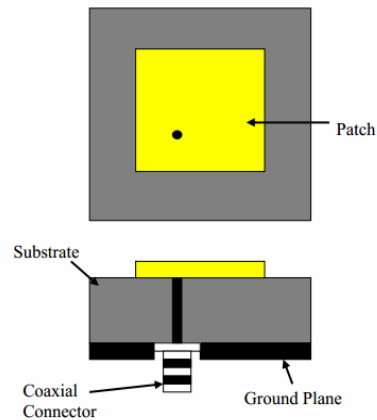
Gambar 1. Microstrip Line Feed [2]

Oleh karena itu metode ini menawarkan skema pencatutan yang mudah disamping kemudahan dalam proses pembuatan dan pemodelan untuk mendapatkan kesesuaian impedansi.

### 2.2 Coaxial Feed

*Coaxial feed* atau *probe feed* adalah teknik yang umum digunakan pada pencatutan antena. Seperti terlihat pada Gambar 2 konduktor bagian dalam dari kabel koaksial dihubungkan dengan elemen peradiasi dan konduktor bagian luar dari kabel koaksial dihubungkan dengan bidang pentanahan (*ground plane*).

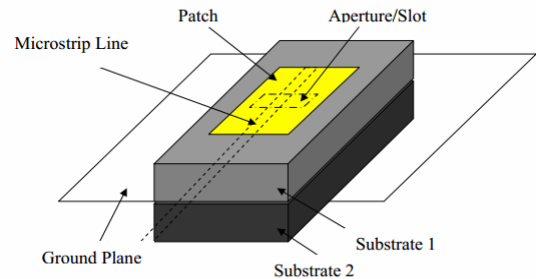
Kelebihan dari metode pencatutan seperti ini adalah pencatutan dapat diletakkan pada setiap lokasi didalam *patch* yang diinginkan untuk mendapatkan *matching* impedansi dari antena. Akan tetapi metode ini mempunyai kekurangan yaitu *bandwidth* yang sempit dan kesulitan dalam pemodelan.



Gambar 2. Metode Coaxial feed [2]

### 2.3 Aperture Coupling

Pada tipe pencatutan ini elemen peradiasi dan bagian pencatu terpisah dengan bidang pentanahan (*ground plane*) seperti pada Gambar 3 kopling antara elemen peradiasi antena (*patch*) dan saluran pencatu (*line feed*) dibuat melalui *slot* atau *aperture*.



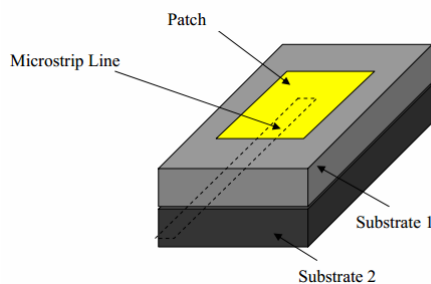
Gambar 3. Aperture Coupling Feed [2]

Celah kopling biasanya diposisikan ditengah pada bagian bawah *patch*, sehingga mengurangi *cross-polarization* yang disebabkan struktur yang simetris. Untuk mengoptimalkan radiasi dari *patch*, biasanya digunakan bahan dengan konstanta dielektrik yang berbeda untuk lapisan/substrat bagian atas dan bawah. Kekurangan dari metode ini

terletak pada teknik pencatutan yang sulit untuk difabrikasi dikarenakan lapisan ganda (*multiple layer*) yang tentunya juga menambah ketebalan antena.

## 2.4 Proximity Coupling

Metode pencatutan semacam ini disebut juga skema kopling elektromagnetik. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dua bahan dielektrik digunakan sehingga saluran pencatu berada diantara kedua substrat dan bagian elemen peradiasi berada di substrat bagian atas. Kelebihan dari metode ini adalah *bandwidth* yang lebih lebar dari pada teknik pencatutan yang lain. Untuk optimasi antena dapat digunakan media dielektrik yang berbeda.

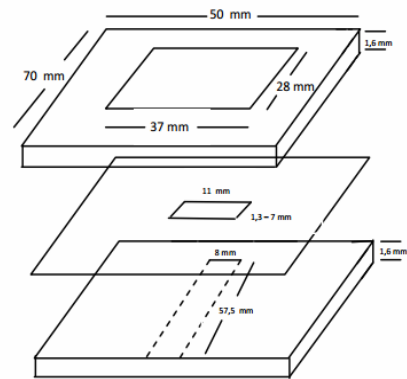


Gambar 4. Proximity Coupling Feed [2]

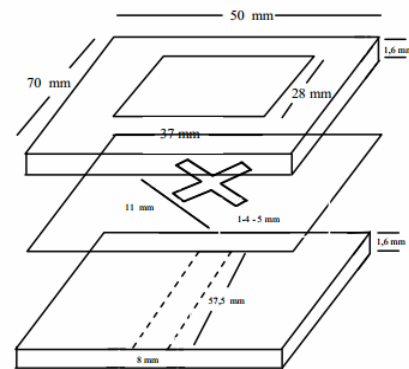
*Matching* dapat diperoleh dengan mengatur panjang saluran pencatu dan perbandingan lebar saluran pencatu terhadap lebar elemen peradiasi. Adapun kekurangan yang paling mendasar dari metode ini adalah kesulitan dalam hal fabrikasinya, dikarenakan penggunaan dua lapisan dielektrik yang betul-betul memerlukan ketelitian dalam penyusunannya.

## 3. Metode dan Analisis Hasil

Dengan menggunakan simulator *Computer Simulation Technology* (CST) dilakukan desain antena segi empat. Ada dua jenis antena yang didesain dengan teknik *feeding* (pencatutan) yang sama tetapi memiliki bentuk *slot aperture* yang berbeda, yaitu bentuk *slot aperture* persegi panjang seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan dimensi antena dengan bentuk *slot aperture* silang (*cross slot*).

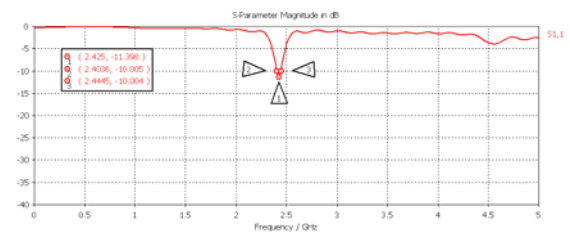


Gambar 4. Dimensi antena dengan slot aperture persegi panjang

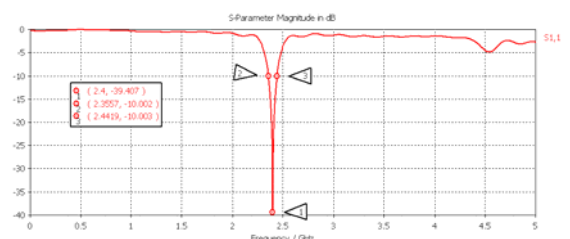


Gambar 5. Dimensi antena dengan bentuk slot aperture silang (*cross*)

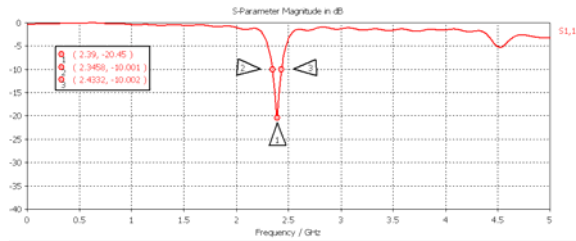
Berdasarkan hasil simulasi desain antena diperoleh grafik perubahan lebar *slot aperture* terhadap return loss dan juga bandwidth, hasil ini diperoleh dengan merubah parameter lebar slot aperture antena hasil desain.



(a)



(b)

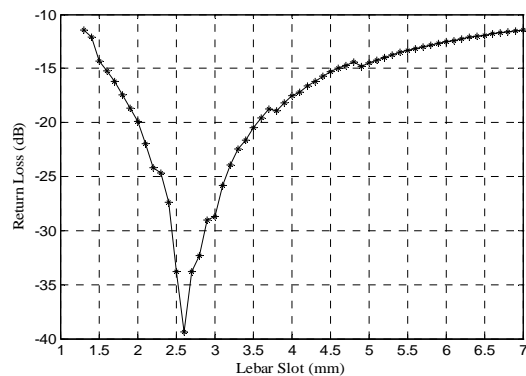


(c)

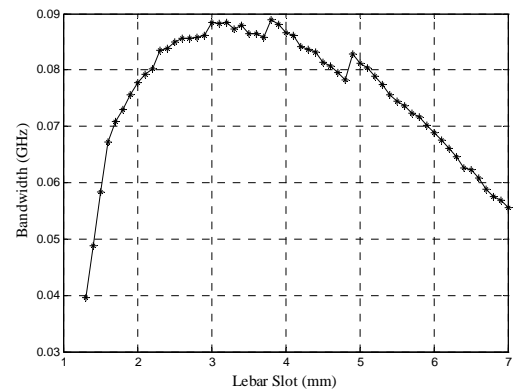
**Gambar 6. Grafik Frekuensi terhadap nilai return loss dan bandwidth dengan lebar slot aperture persegi panjang (a) 1,3 mm, (b) 2,6 mm dan (c) 3.5 mm**

Gambar 6.a menunjukkan grafik frekuensi terhadap return loss dimana nilai return loss yang diperoleh -11.398 dB dan bandwidth 40.7 MHz. Sedangkan Gambar 6.b menunjukkan grafik frekuensi terhadap return loss dimana nilai return loss yang diperoleh -39.407 dB dan bandwidth 85.8 MHz. Gambar 6.c menunjukkan grafik frekuensi terhadap return loss dimana nilai return loss yang diperoleh -20.450 dB dan bandwidth 86.6 MHz

Berdasarkan hasil simulasi diatas menunjukkan adanya pengaruh lebar slot aperture terhadap *return loss* dan *bandwidth* antenna mikrostrip. Selanjutnya dilakukan observasi dari masing pengaruh tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.



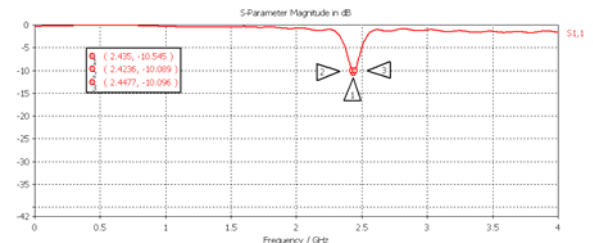
**Gambar 7. Grafik perubahan lebar slot aperture terhadap return loss**



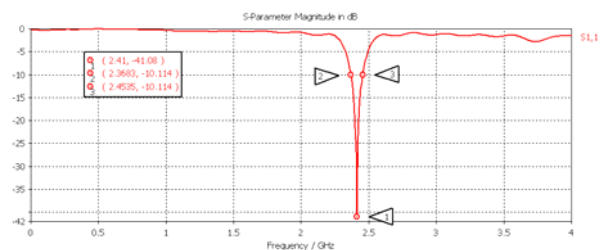
**Gambar 8. Grafik perubahan lebar slot aperture terhadap bandwidth**

Gambar 7 menunjukkan perubahan *return loss* karena pengaruh lebar aperture slot. Dengan nilai optimum *return loss* diperoleh pada lebar slot 2,6 mm sebesar -39,407. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil amplitudo gelombang yang direfleksikan pada nilai tersebut.

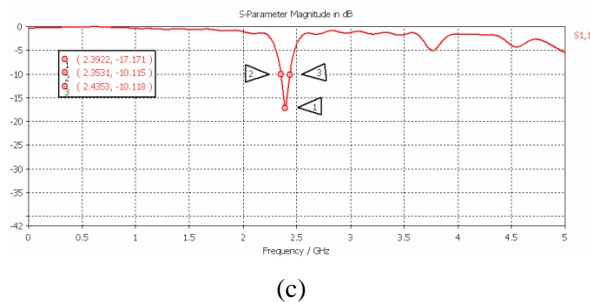
Gambar 8 menunjukkan pengaruh perubahan lebar slot aperture terhadap bandwidth dimana terjadi perubahan bandwidth secara drastis berdasarkan ukuran lebar slot dari 1,3 – 2,3 mm. Sedangkan pada kondisi kedua relative stabil dengan rentang lebar slot 2,3 – 4,4 mm, selanjutnya bandwidth menurun dengan semakin lebarnya slot aperture.



(a)



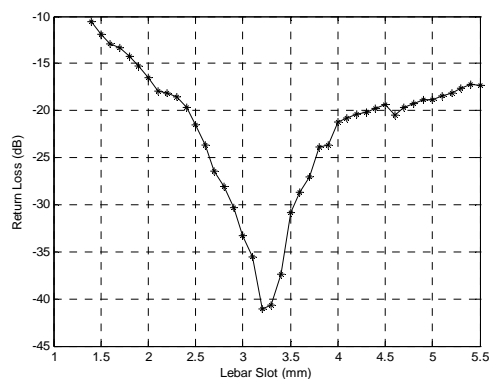
(b)



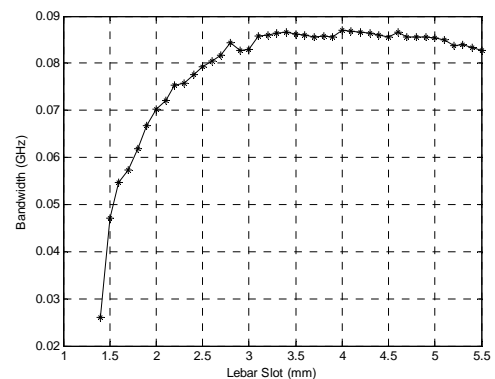
Gambar 9. Grafik Frekuensi terhadap nilai return loss dan bandwidth dengan lebar slot aperture bentuk cross (a) 1,4 mm, (b) 3,2 mm dan (c) 5 mm

Gambar 9.a menunjukkan grafik frekuensi terhadap *return loss* dimana nilai *return loss* yang diperoleh -10.545 dB dan *bandwidth* 24.1 MHz. Sedangkan Gambar 9.b menunjukkan grafik frekuensi terhadap *return loss* dimana nilai *return loss* yang diperoleh -41.08 dB dan *bandwidth* 85.2 MHz. Gambar 9.c menunjukkan grafik frekuensi terhadap *return loss* dimana nilai *return loss* yang diperoleh -17.171 dB dan *bandwidth* 82.2 MHz

Gambar 10 menunjukkan perubahan *return loss* karena pengaruh lebar *aperture slot*. Dengan nilai optimum *return loss* diperoleh pada lebar slot 3,2 mm sebesar -41,08. Berbeda dengan bentuk *slot aperture* persegi panjang, *return loss* yang diperoleh pada antenna dengan bentuk *cross slot* memiliki *return loss* yang lebih kecil dari persegi panjang.



Gambar 10. Grafik perubahan lebar aperture slot terhadap *return loss*



Gambar 11. Grafik perubahan lebar aperture slot terhadap *bandwidth*

Gambar 11 menunjukkan pengaruh perubahan lebar *slot aperture* terhadap *bandwidth* dimana terjadi perubahan *bandwidth* secara drastis berdasarkan ukuran lebar slot dari 1,4 – 3 mm. Sedangkan pada kondisi kedua relative stabil dengan rentang lebar slot 3 – 5 mm, selanjutnya *bandwidth* akan semakin kecil dengan semakin lebarnya *slot aperture*.

## 4. Kesimpulan

Perbedaan bentuk dan perubahan ukuran lebar slot aperture akan mengakibatkan perubahan pada parameter antenna mikrostrip. Bentuk *slot aperture* silang (*cross*) menghasilkan *return loss* yang lebih baik dibandingkan dengan bentuk slot aperture persegi panjang. Namun parameter *bandwidth* lebih baik pada antenna dengan bentuk *slot aperture* persegi panjang dibandingkan bentuk slot aperture silang (*cross*).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. A. Balanis, 2005, "Antenna Theory Analysis and Design", Third edition, John Wiley & Sons, New York.
- [2] P.S. Nakar, 2004, "Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for use in Wireless/Cellular Devices", The Florida State University, Thesis.
- [3] M.K.A. Rahim, at all, Aperture Coupled Microstrip Antenna with Different Feed Sizes and Aperture Positions, International RF and Microwave Conference Proceedings, September 2006.
- [4] Marcel Kossel, at all, Circular Polarized Aperture Coupled Patch Antennas for an RFID System in the 2.4 GHz ISM Band, IEEE Radio and Wireless Conference, 1999.



- [5] R. Garg, dkk, 2000, "Microstrip Antenna Design Handbook", Artech House: Boston, London.

#### [CV Penulis]

IpanSuandi, Lahir di Meulaboh, 10 Mei 1980. Memulai pendidikan formal di SD Negeri 08 Meulaboh, kemudian melanjutkan pendidikan di SLTP Negeri 2 Meulaboh. Tahun 1998 lulus dari

SMU Negeri 1 Meulaboh dan pada tahun yang sama melanjutkan studi di Fakultas Teknik Jurusan Elektro, dan lulus pada tahun 2004 pada bidang studi Teknik Telekomunikasi. Pada tahun 2005 diterima sebagai staf pengajar di Politeknik Negeri Lhokseumawe, saat ini penulis sedang dalam tahap menyelesaikan studi S2 di Program Pasca Sarjana Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) pada bidang studi Telekomunikasi Multimedia.

# **EVENT DRIVEN FRAMEWORK UNTUK PENGEMBANGAN FIRMWARE PADA MIKROKONTROLER**

**Listiarso Wastuargo,<sup>1)</sup> Inggriani Liem,<sup>2)</sup> Achmad Imam Kistijantoro<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>*Jurusan Teknik Informatika, ITB Bandung  
Jl. Ganesha 10, Bandung Jawa Barat  
08121581248*

**E-mail : lwastuargo@gmail.com**

<sup>2)</sup>*Jurusan Teknik Informatika, ITB Bandung  
Jl. Ganesha 10, Bandung Jawa Barat  
E-mail : inge@informatika.org*

<sup>3)</sup>*Jurusan Teknik Informatika, ITB Bandung  
Jl. Ganesha 10, Bandung Jawa Barat  
E-mail : imam@informatika.org*

## **Abstrak**

Kajian terhadap pengembangan *framework* diperlukan untuk meningkatkan kualitas *firmware* pada mikrokontroler. *Framework* yang dikembangkan bertujuan untuk membagi fokus pengerjaan sistem mikrokontroler menjadi tiga fokus utama, yaitu pengaturan *port* yang spesifik terhadap perangkat-keras, pemodelan masukan dan keluaran, serta pendefinisian fungsionalitas sistem. Hal ini dimungkinkan dengan membuat elemen hasil pemodelan dapat berkomunikasi dengan saling mengirimkan dan memproses *event*. Pemrograman *firmware* dilakukan dengan merealisasikan kelas-kelas abstrak yang telah disiapkan oleh *framework*. *Framework* diujikan dengan empat eksperimen. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kode yang ditulis menggunakan *framework* modular dan *reusable*. Selain itu fokus pengerjaan berhasil dibagi menjadi tiga bagian utama seperti yang telah dideskripsikan diatas.

Kata Kunci : embedded system, firmware, framework, event-driven, mikrokontroler

## **1. Pendahuluan**

Sistem mikrokontroler adalah sebuah *embedded system* yang dikendalikan oleh satu atau lebih mikrokontroler. Di dalam mikrokontroler terdapat ROM (Read Only Memory) yang menyimpan *firmware* yang mengendalikan perilaku mikrokontroler tersebut (Mazidi, Sarmad, & Sepehr, 2009). Mikrokontroler biasanya dihubungkan dengan perangkat masukan dan perangkat keluaran yang digunakan untuk menjadi sistem mikrokontroler.

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah permasalahan dalam pengembangan sistem mikrokontroler khususnya pada variasi mikrokontroler, variasi masukan dan keluaran dan *reusability* kode. Dalam mengembangkan sistem menggunakan mikrokontroler yang berbeda, pengembang sistem mikrokontroler harus mengubah banyak kode yang ditulis yang berhubungan dengan jenis mikrokontroler. Selain itu kode untuk

menangani ragam masukan dan keluaran pada mikrokontroler yang berbeda harus ditulis ulang.

Pada penelitian ini diusulkan sebuah pola pengembangan menggunakan *framework* yang dapat memudahkan pengembang menangani berbagai variasi mikrokontroler, masukan dan keluaran yang akhirnya dapat meningkatkan *reusability* kode dan kualitas kode *firmware* mikrokontroler.

## **2. Framework Sistem Mikrokontroler**

Dua *framework* yang memiliki kemiripan dengan *framework* yang dibuat dalam penelitian akan dikaji pada bab ini.

### **2.1 SAVR**

**SAVR** adalah library C++ yang memungkinkan pengembang *embedded system* mengembangkan *firmware* untuk papan AVR menggunakan

bahasa C++ (Filipek, 2012). **SAVR** memiliki abstraksi port GPIO sehingga pengembang dapat dengan mudah menggunakan dan mengendalikan port GPIO yang disediakan pada berbagai macam papan AVR secara universal.

Selain itu **SAVR** juga memberikan fasilitas kepada pengembang untuk mendefinisikan rutinitas sistem mikrokontroler dalam kumpulan perintah yang pemanggilannya dapat diamati.

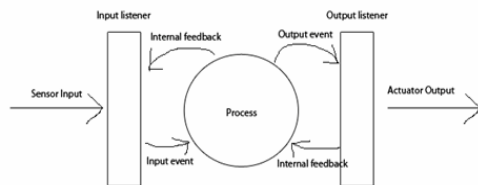
## 2.2 Arduino

**Arduino** adalah platform pengembangan sistem mikrokontroler yang terdiri dari komponen perangkat-keras dan perangkat-lunak. Firmware pada **Arduino** diprogram menggunakan bahasa **Arduino** yang berdasarkan bahasa C++ (Arduino, 2013).

**Arduino** memungkinkan pengembang menuliskan program yang *cross-platform* terhadap berbagai macam mikrokontroler yang didukung oleh **Arduino** seperti mikrokontroler keluarga AVR. **Arduino** sendiri memiliki IDE yang terdiri dari *compiler* dan *linker* bahasa **Arduino**, *text editor* dan *driver programmer* untuk memasukkan program ke papan **Arduino**.

## 3. Model Umum

Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah *framework* yang diberi nama **Vivace** yang mengacu pada model yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Sistem mikrokontroler dalam kerangka Vivace

Perangkat masukan dan keluaran pada sistem mikrokontroler dihubungkan dengan satu atau lebih *port*. *Port* dan antarmuka komunikasi masukan dan keluaran dapat bervariasi. Membuat abstraksi *port* dan menyeragamkan penganganan antarmuka komunikasi masukan dan keluaran menjadi salah satu kebutuhan dari *framework Vivace*. Ada dua hal yang dilakukan untuk menangani ini. Pertama pembuatan lapisan yang umum ada pada semua antarmuka komunikasi. Yang kedua pembuatan implementasi khusus untuk suatu antarmuka komunikasi yang akan dibuat oleh pengembang sistem mikrokontroler.

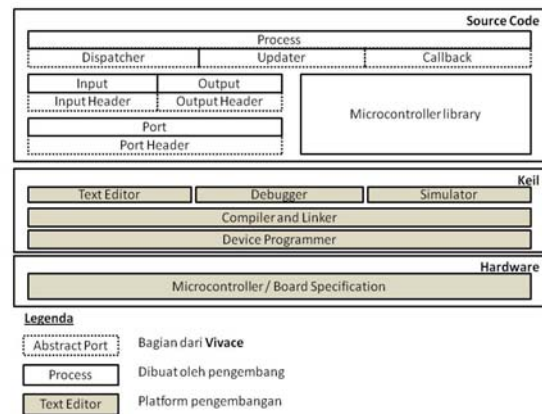
Selain masukan dan keluaran, sistem mikrokontroler memiliki perilaku berbeda dalam menangani masukan dan keluaran. Dibutuhkan pemodelan sistem secara utuh yang memungkinkan model masukan dan keluaran bekerja satu sama lain. **Vivace** membantu pengembang dengan menyediakan pola pengembangan perilaku sistem.

## 4. Vivace

Pada bab ini akan dibahas implementasi **Vivace** dari model umum yang telah dideskripsikan pada bab sebelumnya.

### 4.1 Arsitektur Vivace

**Vivace** berdiri di atas IDE Keil  $\mu$ Vision. Arsitektur lengkap implementasi model yang telah dideskripsikan pada bab sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Arsitektur Implementasi Framework Vivace

### 4.2 Rancangan Vivace

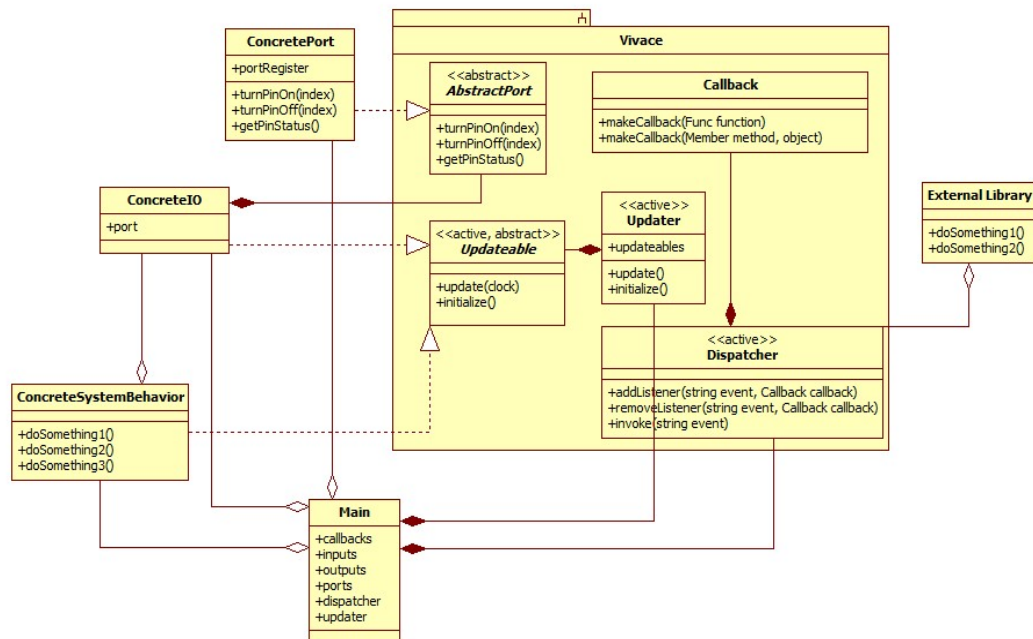
**Vivace** menyediakan kelas *AbstractPort*, sebuah kelas abstrak yang harus diimplementasikan apabila pengembang sistem mikrokontroler bermaksud untuk membuat instans sebuah *port*. *AbstractPort* memiliki tiga fungsi utama yang harus diimplementasikan, *turnPinOn* untuk menyalakan suatu *pin*, *turnPinOff* untuk mematikan suatu *pin*, dan *getPinStatus* untuk mendapatkan nilai dari *pin-pin* yang menyala. Implementasi dari tiga fungsi ini bergantung pada *port* mikrokontroler yang akan digunakan.

Setelah selesai memodelkan *port*, pengembang diharuskan memodelkan masukan dan keluaran yang akan digunakan. Pemodelan masukan dan keluaran dilakukan dengan menggunakan *port* yang telah dimodelkan dan mengimplementasikan kelas abstrak *Updateable*. Kelas *Updateable* adalah kelas abstrak yang digunakan oleh kelas-

kelas aktif yang selalu dijalankan pada setiap kesempatan. Pada setiap kesempatan, tiap-tiap kelas yang telah mengimplementasikan *Updateable* akan memanggil fungsi *update* yang telah diimplementasikan oleh kelas ini. Perilaku ini cocok dengan sifat masukan dan keluaran yang melakukan *polling* untuk melakukan fungsinya. Untuk masukan dan keluaran yang tidak melakukan *polling*, fungsi *updater* bisa digunakan untuk melakukan aksi berkala yang lain. Semua kelas yang

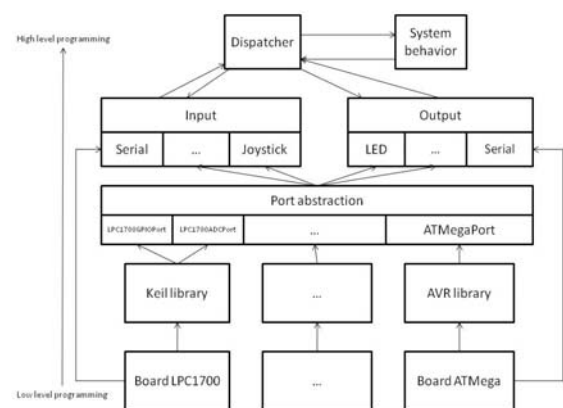
mengimplementasi *Updateable* harus didaftarkan ke kelas *Updater*.

Setelah masukan dan keluaran selesai dimodelkan, pengembang sistem mikrokontroler harus mendefinisikan *event* yang bisa dibangkitkan oleh masukan atau keluaran tersebut. Pada tahap ini sistem tidak lagi berbicara menggunakan bahasa *port*, melainkan menggunakan bahasa *event*. Hal ini dapat memudahkan pengembang untuk membuat logika sistem seutuhnya.



Gambar 3 Diagram kelas *framework Vivace*

Komunikasi antara masukan dan keluaran selanjutnya dilakukan melalui *Dispatcher*. *Dispatcher* adalah kelas yang menerima dan menampung *event listener*. *Event listener* akan mendengarkan *event* yang berupa string, yang selanjutnya akan memanggil suatu fungsi yang dibungkus dalam kelas *Callback*. Kelas *Callback* menerima fungsi atau *method* dari sebuah kelas dan membungkusnya menjadi sebuah objek. Objek dari kelas *Callback* dapat dimasukkan ke *Dispatcher* dan dapat dipanggil secara universal dalam *Dispatcher* apabila suatu *event* terjadi. *Dispatcher* sangat cocok digunakan apabila ada banyak entitas yang saling berkomunikasi dan ada banyak *event* yang perlu dikomunikasikan secara *broadcasting*. Keseluruhan diagram kelas dapat dilihat pada Gambar 3.



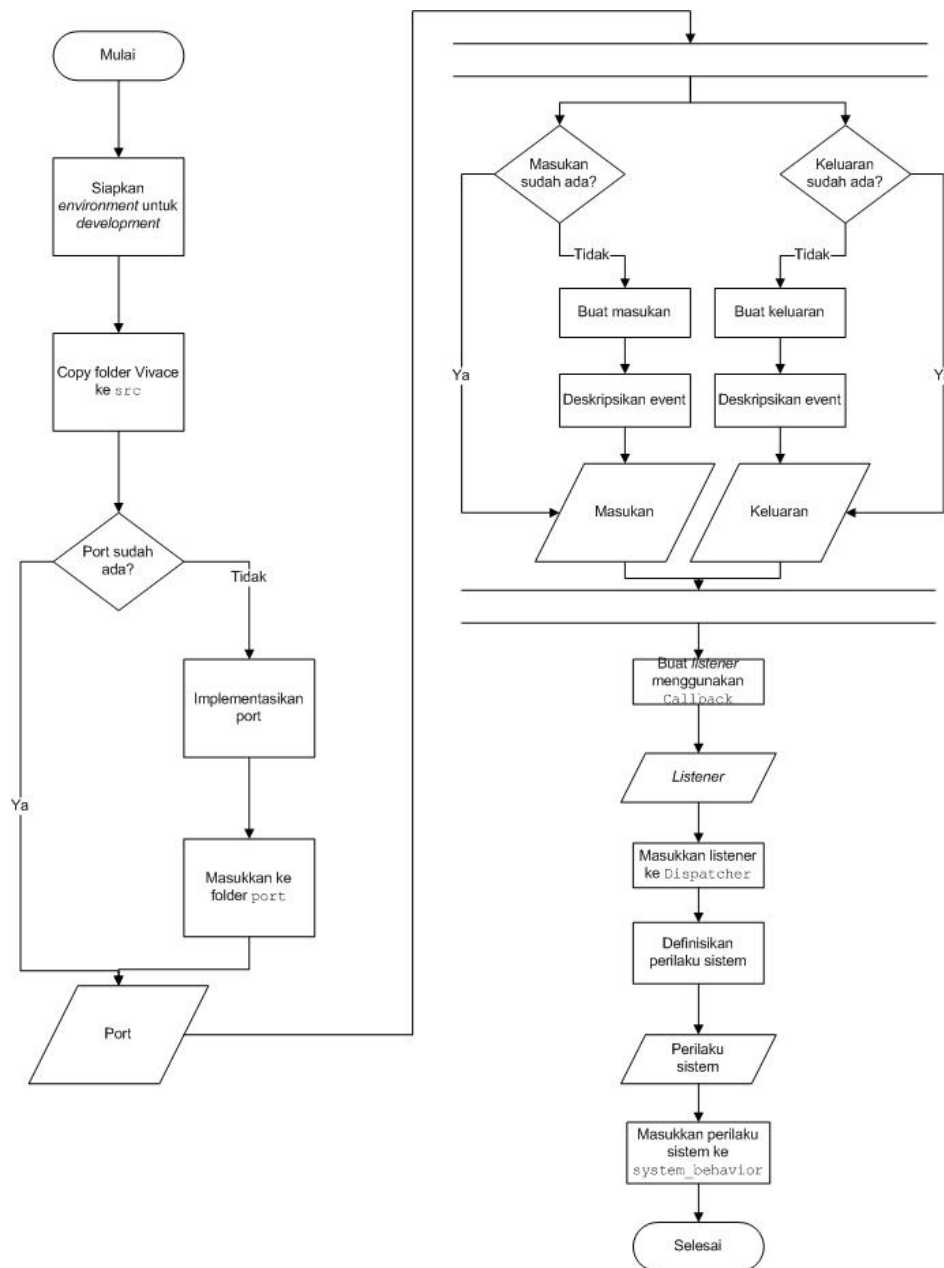
Gambar 4 Sistem yang dikembangkan menggunakan *Vivace*

Sementara itu Gambar 4 menunjukkan sistem yang dikembangkan menggunakan **Vivace**. Pada Gambar 4 dapat dilihat variasi pengembangan yang dimungkinkan oleh **Vivace**, yakni variasi jenis mikrokontroler yang mengakibatkan variasi *port* serta variasi masukan dan keluaran.

### 4.3 Alur Pengembangan Sistem Menggunakan Vivace

Alur pengembangan sistem disajikan pada Gambar 5. Pertama-tama yang harus dilakukan oleh pengembang adalah menyiapkan *environment* pengembangannya. Hal ini dilakukan dengan menyiapkan *library* mikrokontroler yang diperlukan untuk mulai memrogram *firmware* seperti *library port*, *library* spesifikasi *clock* serta *library* masukan dan keluaran.

Pengembang kemudian menyiapkan suatu folder khusus untuk meletakkan semua keluaran dari hasil kompilasi ke suatu folder agar lingkungan pengembangan tetap bersih dan rapi. Setelah itu pengembang harus memodelkan dan mengimplementasikan *port* yang ada pada mikrokontroler tersebut sehingga sesuai dengan spesifikasi kelas *AbstractPort* pada **Vivace**. Apabila pengembang telah mengimplementasikan *port* tersebut sebelumnya, maka implementasi *port* tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan sistem yang baru.



Gambar 5 Alur pengembangan sistem menggunakan Vivace

Dari hasil implementasi *port*, pengembang dapat mulai memodelkan masukan dan keluaran. Kelas masukan dan keluaran harus ditulis sedemikian sehingga tiap fungsi yang dipaparkan oleh kelas masukan dan keluaran membangkitkan *event* ke Dispatcher atau memroses *event* dari Dispatcher. Fungsi yang memroses *event* dari Dispatcher harus didaftarkan ke Dispatcher.

Terakhir, untuk menghasilkan perilaku sistem yang dibutuhkan, pengembang harus memodelkannya dengan memanfaatkan *event* dan *listener* yang telah ditulis pada Dispatcher.

## 5. Eksperimen

Pada penelitian ini dilakukan empat buah eksperimen untuk membuktikan kebergunaan **Vivace** pada pengerjaan proyek sistem mikrokontroler dengan kebutuhan yang berbeda-beda. Tiap eksperimen menguji kebergunaan tertentu. Pada akhir tiap eksperimen akan ditarik kesimpulan mengenai hasil eksperimen terhadap tujuan dari eksperimen.

### 5.1 Eksperimen LED

Eksperimen sistem LED mencakup pembuatan sistem mikrokontroler menggunakan LPC1700 yang digunakan untuk menyalakan 8 lampu LED. Mula-mula semua lampu LED mati. Tiap satu detik lampu LED menyala satu persatu dari LED pertama hingga LED ke delapan. Setelah lampu LED ke delapan menyala, detik berikutnya semua lampu LED mati.

Tujuan dari eksperimen ini adalah menguji penggunaan **Vivace** dalam mengabstraksikan *port* dan memodelkan keluaran. *Port* yang digunakan adalah *port* GPIO2 pada mikrokontroler LPC1700 dan keluaran yang dimodelkan adalah LED 8 pin. Eksperimen ini juga bertujuan untuk mengimplementasikan perilaku keluaran menggunakan pola *state*.

Hasil dari eksperimen adalah sebuah kode *firmware* pada mikrokontroler LPC1700 yang dikembangkan dari awal menggunakan **Vivace**. Kode *firmware* memiliki sebuah kelas LED yang merepresentasikan keluaran LED pada sistem. Kelas LED menggunakan implementasi *AbstractPort* pada mikrokontroler LPC1700, yaitu *LPC1700Port*. Kelas *LPC1700Port* merepresentasikan *port* GPIO pada mikrokontroler LPC1700. Terakhir, perilaku sistem terhadap *event* pergantian detik didefinisikan dalam kelas *SystemBehavior*. Sebuah *timer* dari *library*

LPC1700 digunakan untuk membangkitkan *event* detik.

Eksperimen ini menunjukkan bahwa **Vivace** dapat digunakan untuk mengimplementasikan sistem mikrokontroler sederhana. Eksperimen ini juga menunjukkan bahwa pengembang sistem mikrokontroler dapat **mengabstraksikan *port*** yang dapat digunakan untuk **memodelkan keluaran**. Terakhir, eksperimen ini menunjukkan bahwa perilaku sistem dapat dimodelkan dalam bentuk pola *state* yang implementasinya telah dimudahkan oleh **Vivace**.

### 5.2 Eksperimen LED dan Joystick

Eksperimen sistem LED dan joystick mencakup pembuatan sistem mikrokontroler menggunakan LPC1700 yang digunakan untuk menyalakan 8 lampu LED yang dikendalikan oleh sebuah joystick. Mula-mula semua lampu LED mati. Apabila joystick ditekan, maka lampu LED pertama menyala. Apabila joystick diarahkan ke atas, maka lampu LED kedua menyala. Apabila joystick diarahkan ke bawah, maka lampu LED ketiga menyala. Apabila joystick diarahkan ke kiri, maka lampu LED keempat menyala. Terakhir, apabila joystick diarahkan ke kanan, maka lampu LED kelima menyala. Kelima status ini saling lepas dan tidak mungkin terjadi bersamaan.

Tujuan dari eksperimen ini adalah menguji penggunaan **Vivace** dalam menggunakan abstraksi *port* dan memodelkan masukan. Kelas *port* yang digunakan adalah hasil implementasi kelas *AbstractPort* yang telah diimplementasikan pada eksperimen sebelumnya. Masukan yang dimodelkan berupa joystick yang terhubung dengan *port* GPIO1 pada mikrokontroler LPC1700. Eksperimen ini juga menguji modularitas dan *reusability* kode yang dikembangkan dalam kerangka **Vivace**. Eksperimen ini juga bertujuan untuk mengimplementasikan perilaku masukan menggunakan pola *state* dan mengkolaborasikan dengan masukan yang telah dibuat.

Hasil dari eksperimen adalah sebuah kode *firmware* pada mikrokontroler LPC1700 yang dikembangkan dari kode yang telah dikembangkan pada eksperimen pertama. Kode *firmware* yang ditambahkan adalah sebuah kelas bebas Joystick yang merepresentasikan masukan joystick pada sistem. Kelas Joystick menggunakan implementasi *AbstractPort* pada mikrokontroler LPC1700, yaitu *LPC1700Port* yang telah dikembangkan pada eksperimen sebelumnya. Terakhir, perilaku sistem terhadap *event* perubahan status joystick ditulis dalam kelas *SystemBehavior*.

Eksperimen ini menunjukkan bahwa **Vivace** dapat digunakan untuk mengimplementasikan sistem mikrokontroler sederhana dengan **menggunakan kode yang telah dikembangkan sebelumnya**. Eksperimen ini juga menunjukkan bahwa pengembang sistem mikrokontroler dapat menggunakan **abstraksi port yang telah dikembangkan pada sistem sebelumnya**. Eksperimen ini juga menunjukkan bahwa *port* yang telah diabstraksikan dapat digunakan untuk **memodelkan masukan**. Terakhir, eksperimen ini menunjukkan bahwa perilaku sistem dan kolaborasi masukan-keluaran dapat dimodelkan dalam pola *state* yang implementasinya telah dimudahkan oleh **Vivace**.

### 5.3 Eksperimen LED menggunakan ATmega

Eksperimen sistem LED mencakup pembuatan sistem mikrokontroler menggunakan ATmega2560 yang digunakan untuk menyalakan 8 lampu LED. Mula-mula semua lampu LED mati. Tiap satu detik lampu LED menyala satu persatu dari LED pertama hingga LED ke delapan. Setelah lampu LED ke delapan menyala, detik berikutnya semua lampu LED mati.

Tujuan dari eksperimen ini adalah menguji level abstraksi **Vivace** dalam mengabstraksikan *port*. Pengujian ini diverifikasi dengan mengimplementasikan *port* pada mikrokontroler yang berbeda dari eksperimen sebelumnya.

Hasil dari eksperimen adalah sebuah kode *firmware* pada mikrokontroler ATmega2560 yang dikembangkan dari kode yang telah dikembangkan pada eksperimen pertama. Kode *firmware* yang diganti adalah kelas implementasi `AbstractPort` menjadi implementasi *port* pada mikrokontroler ATmega2560, yaitu `ATmega2560Port`. Perilaku sistem diujikan identik dengan perilaku sistem pada eksperimen pertama.

Eksperimen ini menunjukkan kebergunaan **Vivace** dalam memberikan **abstraksi port untuk memfasilitasi keberagaman mikrokontroler**. Eksperimen ini menunjukkan bahwa kode yang telah dibuat pada eksperimen sebelumnya **dapat digunakan kembali** pada pengembangan **sistem yang berbeda** yang membutuhkan masukan yang sama, perilaku yang sama, namun membutuhkan mikrokontroler yang berbeda.

### 5.4 Eksperimen Port Serial

Eksperimen sistem *port* serial mencakup pembuatan sistem mikrokontroler menggunakan LPC1700 yang digunakan untuk menerima masukan dan keluaran *port* serial UART. Apabila sistem menerima masukan dari *port* serial dari komputer,

sistem akan mengembalikan masukan tersebut ke komputer yang mengirimkan data masukan. Berbeda dengan eksperimen-eksperimen sebelumnya, eksperimen ini tidak menggunakan *port* GPIO.

Tujuan dari eksperimen ini adalah menguji penggunaan **Vivace** dalam mengembangkan sistem yang menggunakan masukan dan keluaran yang terhubung dengan *port* yang tidak dapat diabstraksikan dalam kerangka **Vivace**. Pengembang sistem mikrokontroler masih akan diuntungkan dengan fasilitas pendefinisian perilaku sistem menggunakan pola *state* dan *event-driven* yang disediakan oleh **Vivace**.

Hasil dari eksperimen adalah sebuah kode *firmware* pada mikrokontroler LPC1700 yang dikembangkan dari awal menggunakan **Vivace**. Kode *firmware* memiliki sebuah kelas `Serial` yang merepresentasikan masukan dan keluaran *port* serial pada sistem. Kelas `Serial` mengimplementasikan kelas abstrak `Updateable`. Objek dari kelas `Serial` akan membangkitkan *event* tertentu apabila *port* serial menerima masukan dari komputer. Terakhir, perilaku sistem terhadap *event* masukan dari *port* serial didefinisikan dalam kelas `SystemBehavior`.

Eksperimen ini menunjukkan kebergunaan **Vivace** yang memungkinkan pengembang sistem mikrokontroler untuk menuliskan sistem tanpa perlu menggunakan fitur abstraksi *port*. Pengembang sistem mikrokontroler masih dapat memanfaatkan pola berpikir **Vivace** dalam mengolah masukan dan keluaran dengan membangkitkan dan memproses *event*.

### 5.5 Kesimpulan Eksperimen

Eksperimen LED, LED dan *joystick*, dan LED menggunakan ATmega2560 menunjukkan bahwa abstraksi *port* dapat dikembangkan dan dapat digunakan untuk mengembangkan beberapa *firmware* sistem mikrokontroler yang menggunakan jenis mikrokontroler yang berbeda. Selain itu tiga eksperimen ini menunjukkan bahwa masukan dan keluaran dapat dimodelkan dengan menggunakan hasil abstraksi *port*. Eksperimen yang menggunakan LED juga menunjukkan bahwa kode yang dibuat pada eksperimen LED dapat digunakan pada eksperimen LED dan *joystick* serta eksperimen LED menggunakan ATmega2560. Kode yang menggunakan abstraksi *port* dapat digunakan pada dua sistem yang dibuat diatas mikrokontroler yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa kode pendefinisian *port* dan pendefinisian masukan dan keluaran *loosely coupled*.

Terakhir, eksperimen menggunakan *port* serial menunjukkan bahwa pengembangan sistem menggunakan **Vivace** masih dapat dilakukan walaupun sistem tidak memanfaatkan abstraksi *port*. Eksperimen ini menunjukkan bahwa pengembangan sistem mikrokontroler menggunakan *port* selain *port* GPIO bisa dilakukan.

## 6. Keterbatasan

Meskipun beberapa eksperimen telah dilakukan untuk membuktikan kebergunaan **Vivace**, masih ada beberapa keterbatasan pada *framework* ini. Keterbatasan **Vivace** antara lain:

1. Pengembangan dan pengujian sistem dilakukan di atas development board.
2. Port yang dibahas adalah port *General Purpose Input Output*, yaitu port yang terhubung dengan pin yang tidak dirancang untuk tujuan khusus.
3. Framework belum menyediakan fitur untuk memodelkan perilaku sistem yang kompleks, dan baru diujikan untuk perilaku sistem yang sederhana. Framework hanya mampu menangani event secara sekuensial.

## Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan sebuah *framework* yang dapat digunakan agar pengembang sistem fokus kepada tiga bagian perancangan sistem mikrokontroler: abstraksi port, pemodelan masukan dan keluaran serta pendefinisian perilaku. Empat buah eksperimen telah dilakukan untuk menguji kebergunaan *framework*, yang membuktikan bahwa *framework* dapat membantu pengembang sistem mikrokontroler menulis program yang modular dan reusable.

Penelitian dapat dikembangkan dengan membuat abstraksi jenis port yang lebih beragam. Pengembangan terhadap penelitian yang lain dapat dilakukan dengan memungkinkan pengembang sistem mikrokontroler mengabstraksikan port dan mendefinisikan perilaku sistem dalam format yang tidak perlu diprogram. Selain itu perlu dilakukan pengukuran performansi source code yang dikembangkan menggunakan **Vivace** dan tanpa **Vivace** agar pengembang sistem mikrokontroler memiliki gambaran keuntungan dan kerugian yang lebih jelas dalam menggunakan *framework* **Vivace**. Saat ini **Vivace** juga belum menangani semua penanganan event seperti konkurensi, penjadwalan dan prioritas event. Sebagai tambahan, pengujian *framework* dengan pengembangan sistem mikrokontroler dengan perilaku yang lebih kompleks juga dapat dilakukan.

## Daftar Pustaka

- [1] Wastuargo, Listiarso. (2013). *Pengembangan Event Driven Framework untuk Pengembangan Firmware pada Mikrokontroler*. Tugas Akhir Program Studi Sarjana Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- [2] Anonymous. (2011). *C Compiler Reference Manual: July 2011*. Custom Computer Service, Inc.
- [3] Arduino. (n.d.). Retrieved 5 23, 2013, from Arduino: <http://arduino.cc>
- [4] Fayad, E. M., Schmidt, D. C., & Ralph. (1999). *Building Application Frameworks: Object-Oriented Foundations of Framework Design*. New York: Wiley Computer Publishing.
- [5] Filipek, S. (2012, 9). SAVR Wiki. Retrieved 2 5, 2013, from Google Code: <https://code.google.com/p/savr>
- [6] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1998). *Design Patterns: Elements of Reusable Object Oriented Software*. Holland: Gordon Art.
- [7] Lamie, L. E. (2005). *Real-Time Embedded Multithreading: Using ThreadX and ARM*. San Fransisco: CMP Books.
- [8] Mazidi, M. A., Sarmad, N., & Sepehr, N. (2009). *The AVR Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C*. New Jersey: Prentice Hall.
- [9] Stefan, T. (2006). *Input / Output in Embedded System*. Donnerstag.

## CV Penulis

**Listiarso** menyelesaikan studi S1 bidang Teknik Informatika pada tanggal 25 Juni 2013. Memiliki spesialisasi dalam pengembangan aplikasi web dan *mobile*. Listiarso telah mengembangkan dua buah *framework*: *framework* 3D *rendering* untuk pengembangan *video game* pada Android dan *framework* aplikasi web yang dibangun diatas JSP. Listiarso juga menjuarai beberapa olimpiade pemrograman tingkat internasional seperti juara 1 ACM-ICPC regional Kanpur pada tahun 2010, juara 3 ACM-ICPC regional Jakarta tahun 2009, dua tahun berturut-turut juara 1 INC Indonesia tahun 2009 dan 2010, dan medali perunggu IOI tahun 2008 di Mesir.

**Inggriani Liem** adalah anggota KK Data & Software Engineering, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB, lulusan program sarjana pada Departemen Fisika Teknik ITB pada tahun 1977. Pada tahun 1983-1985 ia memperoleh DESS IDC di Universitas Grenoble I dan DEA Informatique di INPG. Tahun 1986-1989 menempuh studi doktorat



dan menyelesaikan program doktor bidang informatika pada Université Joseph Fourier, Grenoble, France.

**Imam** adalah dosen Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung yang membimbing Listiarso dalam penelitian ini.

# PERANCANGAN *LIGHT FOLLOWER ROBOT* MENGUNAKAN SENSOR LDR DAN *HANDPHONE* SEBAGAI PENGENDALI BERBASIS MIKROKONTROLLER AT 89s51/52

Lukman Hakim<sup>1)</sup>, Sholihin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>*Jurusan Teknik Informatika, STMIK MURA LUBUKLINGGAU, Palembang  
Jl. Yos Sudarso Kel. Lubuk Kupang  
E-mail: lukehaq125@yahoo.co.id*

<sup>2)</sup>*Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang  
Jl. Srijaya Negara Bukit Besar  
E-mail: hin00308@yahoo.com*

## Abstrak

Pada umumnya Robot Pengikut Cahaya (*Light Follower Robot*) merupakan salah satu kriteria robot yang sering ditentukan pada kompetisi robot. Namun dalam hal ini, cara pengoperasian Robot *Light Follower* perlu dikembangkan lagi. Pengembangan pengoperasian disini dilakukan dengan menggunakan DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*), mikrokontroler ATMEGA8535, dan sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*). Sedang fungsi DTMF adalah untuk perintah arah gerak robot melalui *handphone*. Robot akan bergerak apabila salah satu tombol *handphone* (yang telah diisi perintah sebagai arah gerak robot) ditekan. Macam perintah terkait adalah untuk bergerak maju, mundur, ke samping kanan, dan bergerak ke samping kiri.

Apabila *switch* pada robot di-ON-kan dan cahaya yang bersumber dari LED belum hidup robot langsung akan bergerak langsung, karena sensor LDR yang terdapat pada robot dapat menangkap cahaya yang ada di sekitarnya. Hal itu dapat mempengaruhi cara kerja robot yang seharusnya hanya berdasar tangkapan cahaya yang bersumber dari LED yang terdapat di depan tiap sensor LDR yang dinyalakan melalui *handphone* dengan menggunakan sistem DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*).

Kata Kunci : *Artificial Intelligent, Mikrokontroler, Pulsa Width Modulation, Sensor.*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi yang semakin berkembang saat ini merupakan implikasi dari perbaikan sumber daya manusia yang semakin lama semakin meningkat dalam perkembangan elektronika khususnya robot. Ada juga jenis robot yang biasanya dibuat untuk mengikuti suatu kompetisi robot ataupun untuk penelitian, seperti halnya Robot Pengikut Cahaya (*Light Follower Robot*). Sesuai dengan namanya, tugas yang harus dilakukan oleh suatu robot pengikut cahaya adalah mengikuti cahaya yang dibuat dengan tingkat presisi tertentu. Dalam perancangan dan implementasi suatu robot bergerak otonom, berbagai masalah yang sering di hadapi adalah operasi pada bahasa alami tereduksi yang digunakan oleh robot untuk dapat menerima

perintah, transformasi informasi dari sensor untuk basis pengetahuan robot, arsitektur komputer dan organisasi perangkat lunak untuk menangani dua masalah sebelumnya, deskripsi lingkungan untuk realitas situasi gerak, sistem penglihatan robot, dan proses pengambilan keputusan oleh robot secara otonom berdasarkan pandangan terhadap lingkungan.

Penelitian mengenai Robot Pengikut Cahaya (*Light Follower Robot*) dewasa ini umumnya berkonsentrasi pada algoritma perangkat lunak untuk mendapatkan tanggapan robot yang baik. Pemakaian alat sensor sebagai pengindera untuk melakukan pekerjaan telah menjadi suatu hal yang sangat diminati. Adanya rangsangan yang dihasilkan oleh unsur eksternal pada sebuah sensor akan menyebabkan rangkaian bekerja secara otomatis, sehingga banyak hal yang dapat kita lakukan hanya

dengan membuat program untuk menjalankan suatu alat yang telah kita buat terlebih dahulu.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Pada penelitian sebelumnya robot line follower dengan cahaya hanya diatur on/off nya saja, tapi disini peneliti menggunakan Handphone sebagai pemberi perintah untuk menghidupkan dan mematikan robot line follower tersebut. Permasalahan yang akan diangkat oleh peneliti adalah bagaimana prinsip kerja dari robot tersebut dengan menggunakan mikrokontroler AT89S51/52 dengan sensor LDR dan *handphone*.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

Penulisan ini bertujuan untuk mengimplementasikan robot *line follower* dengan menggunakan sensor LDR dan Handphone, sehingga dapat memanfaatkan melalui sinyal DTMF.

## 1.4 Metode Pembahasan

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan pembuatan rangkaian secara elektronik kemudian di terapkan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Basic Compiler* untuk mengatur kecepatan motor dan mikrokontroler.

# 2. Teori Penunjang

## Alat Kendali ( AT89S52)

Rangkaian kendali atau rangkaian kontrol adalah rangkaian yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat melakukan fungsi-fungsi kontrol, sesuai dengan kebutuhan [2]

IC adalah suatu rangkaian elektronika terpadu, yang terdiri dari berbagai komponen elektronika dalam membangun suatu fungsi spesifik.

IC Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. [4]

Jika mikroprosesor dikombinasikan dengan I/O dan memori (baik berupa RAM atau ROM) akan menghasilkan sebuah mikrokomputer. Pada kenyataannya mengkombinasikan CPU dengan memori dan I/O dapat dilakukan dalam level *chip*, yang akan menghasilkan SCM (*Single Chip Mikrokomputer*), SCM ini untuk selanjutnya sering disebut dengan mikrokontroler.

Mikrokontroler AT89S52 merupakan komponen IC (Integrated Circuit) yang dapat mengolah data perbit atau 8 bit secara bersamaan.

Sebuah mikrokontroler dapat bekerja bila dalam mikrokontroler tersebut terdapat sebuah program yang berisi instruksi-instruksi.

IC mikrokontroler AT89S52 merupakan mikrokontroler yang cukup andal untuk aplikasi-aplikasi system kendali atau yang lainnya. Memori *flash* internal sebesar 8 KB yang bisa diprogram ulang dalam sistem (ISP) memudahkan untuk merancang *software* sehingga mungkin tidak diperlukan emulator.

## 2.2 Pengendali Kecepatan Motor DC

Kecepatan putar motor dc (N) dapat dirumuskan dengan persamaan di bawah ini :[2]

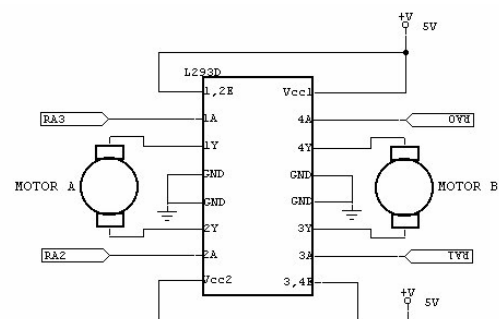
$$N = \frac{V_{TM} - I_A R_A}{K\Phi} \dots\dots\dots (1)$$

Dalam kasus pengendalian kecepatan putar motor dc, tegangan terminal motor  $V_{TM}$  adalah variabel yang diatur untuk mendapatkan kecepatan putar motor yang dikehendaki. Pengaturan tegangan terminal tersebut dapat dilakukan dengan teknik modulasi lebar pulsa (PWM), sehingga didapatkan rumusan :

$$N = \frac{\frac{T_{on}}{T} V_{TM} - I_a R_a}{K\Phi} \dots\dots\dots (2)$$

## 2.3 Driver Motor

Untuk menggerakkan motor DC ini biasanya membutuhkan arus yang besar, untuk itu digunakan IC L293D yang terdiri dari rangkaian penguat transistor atau menggunakan IC penguat daya sebagai pengendali putaran motor. IC L293D ini berfungsi untuk mengendalikan motor DC, maka tinggal berikan pulsa atau logika yang sesuai pada  $IN_1$ - $IN_2$ , dengan *output* yang diperkuat pada  $OUT_1$ - $OUT_2$ . [2]



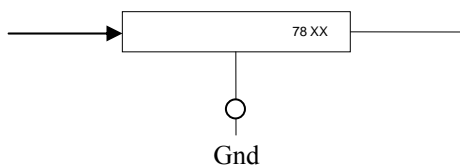
Gambar 1. Rangkaian Driver IC L293D untuk motor DC

## 2.4 Regulator

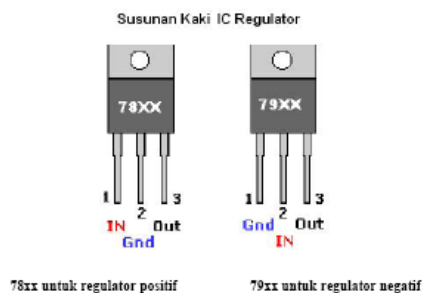
*Regulator* merupakan rangkaian yang digunakan untuk menjaga tegangan keluaran tetap stabil meskipun terjadi perubahan tegangan atau pada kondisi beban yang berubah-ubah. Rangkaian *Regulator* ini telah banyak dibuat dalam bentuk *IC*, seperti *IC Regulator* Tiga Terminal MC 78xx, misalnya 7812 dimana tegangan keluarannya 12 volt, *IC Regulator* dengan seri 7805 merupakan *Regulator* tegangan 5 volt. Yang artinya selama tegangan masukan lebih besar dari tegangan keluaran maka akan dikeluarkan tegangan sebesar 5 volt. *Regulator* 7812 tegangan +12 volt dan seterusnya. Sedangkan seri 79xx misalnya adalah 7905 dan 7912 yang berturut-turut adalah *Regulator* tegangan -5 dan -12 volt.

Keterbatasan yang dimiliki oleh *IC Regulator* ini adalah soal pemakaian arus lebih dari 10 *Ampere*, maka dapat dilakukan dengan menambah *transistor* pada rangkaian *power supply* sebanyak dua atau bahkan sepuluh buah *transistor* yang sesuai dengan rangkaian, yang terpenting adalah bahwa setiap penambahan *transistor* harus pula disertakan tahanan *emitor*, jadi bila memakai 10 buah *transistor* tahanan *emitor*-nya juga 10 buah.

Begitu juga halnya untuk membuat rangkaian *Regulator* dalam versi negatif (memakai seri 79xx) *transistor*-nya hanya tinggal mengganti saja dengan komplemennya yaitu *transistor* tipe NPN.



Gambar 2. Simbol *IC Regulator*

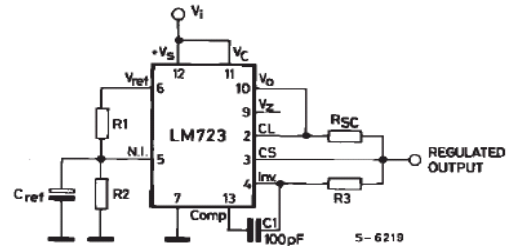


Gambar 3. Susunan Kaki *IC Regulator*

## 2.5 IC LM 723/LM723C

*LM723/LM723C* adalah pengatur tegangan yang dirancang untuk aplikasi regulator seri. Dengan sendirinya, ini akan memasok arus keluaran hingga 150 mA, tetapi transistor eksternal dapat

ditambahkan untuk memberikan beban yang diinginkan. *LM723/LM723C* juga berguna dalam berbagai aplikasi lain seperti *shunt regulator*, *current regulator* atau pengatur suhu. *LM723C* identik dengan *LM723* kecuali bahwa *LM723C* memiliki tampilan batasan temperatur lebih dari 0 °C sampai +70 °C, melainkan -55 °C sampai 125 °C.



Gambar 4. Rangkaian *IC LM723*

## 2.6 Sinyal DTMF

DTMF, lebih dikenal sebagai nada sentuh adalah sistem dari nada sinyal yang digunakan dalam telekomunikasi. Aplikasi termasuk kotak suara, help desk, perbankan telepon, dll Ada dua belas sinyal DTMF, masing-masing terdiri dari dua nada dari pilihan berikut: 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz, 1209 Hz, 1336 Hz, 1477Hz. Nada dibagi menjadi dua kelompok (rendah dan tinggi), dan masing-masing sinyal DTMF menggunakan salah satu dari masing-masing kelompok.

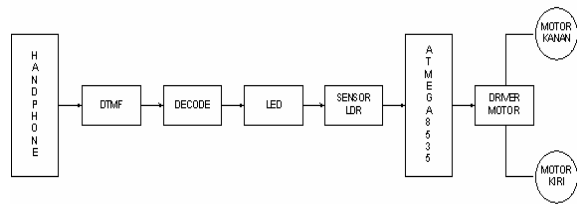
Sinyal DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*) digunakan untuk telekomunikasi sinyal melalui saluran telepon analog di band frekuensi suara antara telepon handset dan perangkat komunikasi lainnya dan pusat switching . Versi DTMF yang digunakan dalam push-tombol telepon untuk panggilan nada dikenal sebagai Touch-Tone, pertama kali digunakan oleh AT & T dalam perdagangan sebagai merk dagang terdaftar, dan standar oleh ITU-T Recommendation Q.23 . Ia juga dikenal di Inggris sebagai MF4. Sistem multi frekuensi jenis lain digunakan untuk internal signaling dalam jaringan telepon.

## 2.7 Desain dan Implementasi

Desain dan Implementasi merupakan suatu tahap yang sangat penting dalam pembuatan suatu alat, sebab dengan menganalisa komponen yang digunakan maka alat yang akan dibuat akan bekerja seperti yang diharapkan serta dapat mengimplementasikannya secara tepat.

Tujuan dari desain ini adalah untuk mendapatkan hasil akhir sesuai yang diharapkan dengan mempergunakan komponen yang mudah didapat sehingga dapat dicapai suatu hasil yang

memuaskan. Berikut diagram blok dari robot line follower dengan LDR menggunakan Handphone;



**Gambar 5. Diagram Blok robot line follower dengan LDR menggunakan Handphone**

## 2.8 Analisis

Robot akan bekerja atas perintah dari Mikrokontroler, pada robot ini menggunakan ATMEGA8535. Dimana fungsi mikrokontroler adalah untuk memberi perintah kepada *driver* untuk kemudian dijalankan oleh motor. Aktivasi robot dengan cara menelpon ke *handphone* lalu diterima oleh DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*) dan diteruskan ke decoder. Setelah itu, dengan menekan salah satu tombol yang terdapat pada *handphone* (bertindak sebagai pengirim) lalu salah satu LED yang terdapat disekitar robot akan menyala dan robot akan bergerak. LED akan menyala dengan cara menekan salah satu tombol yang terdapat pada *handphone* (yang melakukan panggilan). Apabila menekan nomor 2 maka LED yang berada dibagian depan robot akan menyala dan robot akan bergerak maju. Apabila menekan nomor 4 maka LED yang berada di bagian kiri robot akan menyala (motor kiri bekerja) dan robot akan berbelok ke kiri. Apabila menekan tombol 6 maka LED yang berada di bagian kanan robot akan menyala (motor kanan bekerja) dan robot akan berbelok ke kanan. Dan apabila menekan tombol 8 maka LED yang berada di bagian belakang robot akan menyala dan robot akan bergerak mundur.

## 3. Hasil

Pada penelitian ini telah dilakukan pengukuran parameter yang diinginkan, yaitu mengukur titik uji yang ditentukan dan menganalisis sistem *robot line follower* pada kecepatan motor DC, dan sensor LDR serta pengukuran pada DTMF.

### 3.1 Metode Pengukuran dan Titik Uji

Pengukuran dilakukan dengan cara pengukuran langsung dimana terminal-terminal alat ukur dihubungkan langsung ke titik uji. Pada pengukuran rangkaian Robot *Light Follower* ini, yang di ukur yaitu pada saat LDR dalam keadaan

terang (LDR diberi cahaya) dan pada saat LDR dalam keadaan gelap (LDR tidak diberi cahaya).

### 3.2 Pengukuran pada saat LDR on

Pengukuran pada saat terang yaitu pengukuran yang dilakukan dengan cara menghubungkan rangkaian ke sumber tegangan, tetapi pada saat LDR dalam keadaan terang.

### 3.3 Pengukuran pada saat LDR off

Pengukuran pada saat terang yaitu pengukuran yang dilakukan dengan cara menghubungkan rangkaian ke sumber tegangan, tetapi pada saat LDR dalam keadaan gelap.

Berikut data hasil pengukuran Robot *Line Follower*

**Tabel 1. LDR off**

Titik Pengukuran	Kaki PIN	Tegangan (Volt)	Ket.
TP3	37	00.01 V	Input Sensor LDR pada kaki AT89S52
	38	00.02 V	
	39	00.02 V	
	40	00.11 V	
TP4	11	00.13 V	Output Sensor LDR pada kaki AT89S52
	10	00.14 V	
	31	00.14 V	
	32	00.13 V	
TP5	-	5.07 V	TIP41 (atas)
	-	5.07 V	TIP41 (bawah)

**Tabel 2. LDR on**

Titik Pengukuran	Kaki PIN	Tegangan (Volt)	Ket.
TP3	37	03.33 V	Input Sensor LDR pada kaki AT89S52
	38	02.07 V	
	39	01.06 V	
	40	01.32 V	
TP4	11	00.13 V	Output Sensor LDR pada kaki AT89S52
	10	00.64 V	
	31	00.64 V	
	32	00.40 V	
TP5	-	4.23 V	TIP41 (atas)
	-	4.23 V	TIP41 (bawah)

Table 3. Data Pengukuran Rangkaian DTMF (Dual Tone Multi Frequency)

Titik Pengukuran	Kaki PIN	Frekuensi (MHz)	Ket.
TP6	7	3.57978 MHz	Osilator Kristal pada kaki IC MT8870DE1 (DTMF)
	8	3.57965 MHz	
Titik Pengukuran	Kaki PIN	Tegangan (Volt)	Ket.
TP7	18	4.93 V	VDD pada kaki IC MT8870DE1 (DTMF)
TP8	20	3.96 V	Input LED pada kaki IC 74LS154N (decode)
	21		
	22		
	23		

### 3.4 Kecepatan Motor dengan Duty Cycle

Pada hasil penelitian ini, peneliti akan mencari karakteristik antara kecepatan motor dc dan duty cycle, dengan variasi nilai *duty cycle* sinyal PWM pada tegangan yang dicatu sebesar 20 Volt. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari tabel berikut dibawah ini :

Tabel 4. Kecepatan Motor dengan Duty Cycle

No	Kecepatan Motor (RPM)	Duty Cycle (%)
1	0	9,9
2	0,5	18,76
3	1,0	26,35
4	1,5	35,27
5	2	48,60
6	2,5	59,46
7	3	64,37
8	3,5	86,79
9	4	97,64

Dari hasil tabel diatas dapat dilihat bahwa menunjukkan motor akan berhenti apabila nilai *duty cyclenya* 9,9%.

Untuk pengukur jarak pada bagian pengirim bertugas untuk menghasilkan nada yang diinginkan, disini peneliti hanya menambahkan IC 555 sebagai *multivibrator astable* sehingga dari pancaran sinyal yang diterima akan menghasilkan jarak yang diinginkan, jadi tidak ada objek yang akan menghalangi.

### 3.5 Sistem Mikrokontroler AT 89S52 dan Penguat Motor dengan L293D

Mikrokontroler bertugas mengatur operasi perangkat keras lain, meliputi pengukur jarak dan penguat motor. P1.5 terhubung ke kaki reset bagian pengirim untuk mengatur pemancaran sinyal. Kaki INT 0 terhubung ke keluaran sistem penerima sehingga informasi diterimanya sinyal pantul diperoleh. P3.6 terhubung ke pin *enable* penguat L293D untuk mengatur aktivasi penguat. P2.6 dan P2.7 terhubung ke masukan 1 dan 2 penguat sebagai masukan *H-bridge* yang menggerakkan motor.

Sedangkan penguat motor yang digunakan adalah IC L293D yang praktis dan digunakan untuk motor berukuran kecil. Arus maksimal yang mampu dihasilkan oleh IC tersebut adalah sebesar 600 miliAmpere, dengan mengacu pada tabel kebenaran IC L293D dibawah ini :

Tabel 5. Kebenaran IC L293D

INPUT	ENABLE	OUTPUT
TINGGI	TINGGI	TINGGI
RENDAH	TINGGI	RENDAH
TINGGI	RENDAH	TINGGI
RENDAH	RENDAH	TINGGI

### 3.6 Pengamatan kecepatan motor

Untuk pengamatan kecepatan motor akan dilakukan dengan kondisi catu daya yang dipakai 20 Volt, dan untuk nilai  $\Delta_{\text{jarak}}$  akan dibuat konstan 0 cm ini disebabkan karena kondisi motor akan hidup. Dari hasil pengamatan kecepatan motor didapatkan suatu tabel hasil pengamatan kecepatan motor dibawah ini.

Tabel 6. Hasil pengamatan kecepatan motor

$\Delta_{\text{jarak}}$ (cm)	Duty Cycle (%)
0	0
10	0,5
25	1,47
35	1,58
45	2,55
55	2,77
65	3,00
75	3,45
85	3,55
90	3,92

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa bila tidak terdapat penghalang diatas 75 cm maka motor akan berputar dengan kecepatan penuh. Namun bila dideteksi jarak penghalang dibawah 75 cm maka proses pengereman kecepatan motor akan mulai digunakan. Dari hasil pengamatan ini sesuai dengan apa yang diinginkan karena piranti pengereman otomatis harus sesuai dengan pikiran manusia juga sehingga dapat dikendalikan dengan baik.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengamatan yang dilakukan peneliti maka didapat suatu kesimpulan diantaranya:

1. Untuk penggunaan penghalang harus diperhatikan dalam hal persyaratan agar pengukuran jarak dari nada beerjalan baik yang menyangkut ukuran objek penghalang.
2. Nilai resistansi pada sensor LDR akan menurun jika terkena cahaya dan nilai resistansinya akan meningkat jika tidak terkena cahaya. Dapat dilihat pada data hasil pengukuran Tabel 2 dan Tabel 3.
3. Untuk kecepatan motor dapat dilakukan pengereman/pemberhentian secara bertahap bila jarak sensor dengan penghalang semakin dekat.

#### Daftar Pustaka

- [1] Arianto Widyanto, 1996, “ Belajar Sendiri Mikroprosesor- Mikrokontroler Melalui Komputer PC”, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [2] Coughlin, F.R., Driscoll, F.F. (1982), Operational Amplifiers and Linier Circuits, Wentworth Institute of Technology.
- [3] Halkias, Wilman, 1996, "The Sensor and Transducer", IEEE, London.

- [4] James, M., 1999, “Microcontroller PIC and 8051 Cook Book”, Oxport Auckland Boston .
- [5] Kai Hwang , 2000, Arsitektur Komputer Lanjut IEEE, London.
- [6] Khairurrijal, Munir, M.M. (2004), Teori dan Praktek Mikrokontroler MCS-51, Institut Teknologi Bandung.
- [7] Malik Ibnu, M., 1997, “ Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031”, Edisi 1, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [8] Malvino, Albert Paul, 1998, Prinsip-prinsip Dasar Elektronik jilid 1, Elekmedia Komputindo, Jakarta.
- [9] Malvino, Albert Paul, 1998, Prinsip-prinsip Dasar Elektronik jilid 2, Elekmedia Komputindo, Jakarta
- [10] Nalwan, Andi Paulus.2003. Teknik antarmuka dan pemrograman mikrokontroler AT Stalling,William.2000. Data & Computer Communications. Prentice International,Inc
- [11] Sri Kusumadewi, 2003, ”Artificial Intlligence (Teknik dan Aplikasinya)”, Graha Ilmu, Jakarta

#### [CV Penulis]

Lukman Hakim, Menyelesaikan Studi S1 Teknik Informatika pada STMIK MURA LUBUKLINGGAU Palembang. Selanjutnya Penulis Menyelesaikan Studi S2 Teknik Informatika di Universitas Bina Darma Palembang. Saat ini penulis masih bertugas sebagai dosen tetap di Perguruan Tinggi Swasta STMIK MURA Lubuklinggau.

Sholihin, Menyelesaikan Studi S1 Teknik Elektro di Universitas Sriwijaya Palembang. Selanjutnya Penulis Menyelesaikan Studi S2 Teknik Elektro Program Studi Sistem Informasi Telekomunikasi di Institut Teknologi Bandung. Saat ini penulis masih bertugas sebagai dosen tetap di Politeknik Negeri Sriwijaya,Palembang.

# MODULATOR DAN DEMODULATOR BPSK PADA PLATFORM SOFTWARE DEFINED RADIO DENGAN TMS320C6416

Nicodemus FR Hutabarat, Achmad Affandi

*Laboratorium Jaringan Telekomunikasi Teknik Elektro ITS, Surabaya 60111,  
email: affandi@ee.its.ac.id*

## Abstrak

Perkembangan teknologi komunikasi yang sangat pesat sekarang ini membutuhkan dukungan perangkat keras yang juga harus berimbang. Teknologi software defined radio akan sangat mendorong perkembangan teknologi telekomunikasi tanpa perlu adanya perangkat keras baru untuk setiap teknologi. Hal ini dikarenakan implementasi perangkat keras yang dapat diimplementasikan dengan software pada platform software radio. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian modem BPSK platform SDR pada TMS320C6416. Pengujian dilakukan dengan membangun modem BPSK pada satu board dsk secara cascade, bypass input output dan pengujian dengan dua board dsk. Pada pengujian dengan satu board, cascade maupun bypass input-output, tanpa gangguan noise menghasilkan beberapa bit error. Pada pengujian satu board dsk secara cascade dengan penambahan noise gaussian diperoleh pola grafik BER vs SNR yang mengikuti pola grafik teori.

Kata Kunci: SDR, DSK TMS320Cxxxx, modulasi, demodulasi, BPSK

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi nirkabel mengalami peningkatan perkembangan sangat pesat sejak 1980 [1] (Buracchini, 2000). Perkembangan teknologi ini disertai munculnya standart dan perangkat baru untuk dapat mendukung perkembangan tersebut. *Software defined radio (SDR)* yang *reconfigurable* dan *reprogrammable* dapat menjadi solusi penghematan dalam mengimplementasikan sebuah teknologi, *standart* atau perangkat. *SDR* adalah sistem komunikasi radio berbasis *software*, *SDR* menyediakan kemudahan pengaturan dengan *software* untuk metode modulasi yang bervariasi, filtering, pengoperasian wideband dan narrowband teknik *spread spectrum* dan lain lain. *SDR* memungkinkan pengimplementasian fungsi pengolahan sinyal pada *software* yang umumnya dilakukan oleh *hardware* [2]. *SDR* juga memberikan solusi konfigurasi ulang yang fleksibel, memungkinkan sejumlah protokol secara dinamis di jalankan pada transistor yang sama yang akan mengurangi harga perangkat [3] (Glossner,dkk, 2003).

Kemudahan konfigurasi ulang dan penggunaan protokol yang lebih dinamis membuat *SDR* cukup ideal untuk pengembangan atau perancangan sistem yang berubah-ubah seperti contoh pada

jaringan *ad hoc*. Jaringan *ad hoc*, dimana jaringan tanpa infrastruktur sehingga masing-masing node adalah *router* bergerak yang dilengkapi *wireless transceiver*. *Wireless transceiver* pada node *ad hoc* sangat mungkin membutuhkan konfigurasi ulang disebabkan karakteristik radio yang berbeda akibat kondisi lingkungan yang memaksa pembatasan-pembatasan seperti model kanal, bandwidth, dan lain lain.

Pada tulisan ini akan dipaparkan pengimplementasian modulasi dan demodulasi BPSK pada platform SDR, sebagai bagian penelitian komunikasi *ad hoc* pada kanal high frequency berbasis Software radio. Sebagai sistem yang berbasis perangkat lunak maka modem BPSK yang akan di implementasikan terlebih dahulu dibangun menggunakan software Simulink Matlab. Hasil rancangan modem pada Simulink Matlab akan diubah ke bahasa C oleh Matlab yang sudah terintegrasi dengan Composer code studio (CCS). Listing program yang telah dihasilkan oleh matlab kan diubah oleh CCS menjadi bahasa assembly yang kemudian akan diuploadkan ke TMS320c6416 sebagai digital signal processing starter kit (DSK) yang digunakan. Pada saat program telah diinstal pada DSK maka DKS TMS akan segera bekerja sebagai modem.

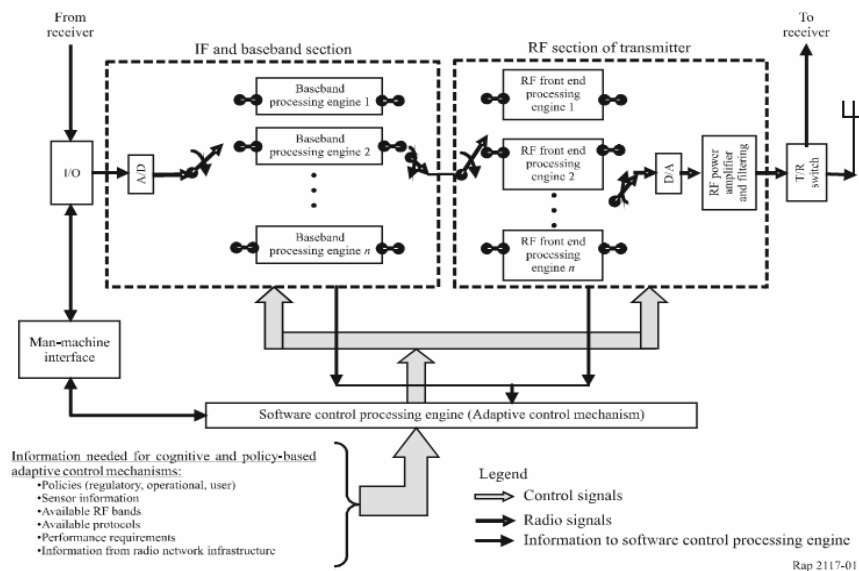


Dalam penelitian laboratorium sebelumnya telah dirancang *platform* SDR berbasis PC yang mengirimkan data melalui kanal VHF (*Very High Frequency*) dalam jaringan *ad hoc* [4]. Segala proses pengolahan sinyal dilakukan dalam sebuah PC. Pengiriman data pada kanal VHF dilakukan dengan memanfaatkan perangkat HT (*Handy Talky*) yang dihubungkan pada perangkat ADC (*Analog to Digital Converter*). Hasil yang dicapai menjelaskan

bahwa terdapat penurunan performansi delay dan BER pada *platform* SDR berbasis PC ketika berkomunikasi dalam jaringan *ad hoc*.

## 2. SOFTWARE DEFINED RADIO

Radio merupakan perangkat pemancar atau penerima informasi secara nirkabel dengan spektrum elektromagnetik pada frekuensi radio.



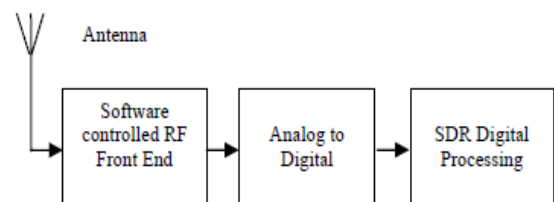
Gambar 1. Arsitektur Teknologi Software Defined radio

Perubahan sistem pada perangkat radio tradisional hanya dapat dilakukan dengan penggantian perangkat keras. Kekurangan tersebut berakibat meningkatnya biaya pembuatan radio dan tidak fleksibel dalam mendukung standart multiple waveform. *Software Defined Radio* (SDR) atau *software-radio* merupakan sistem komunikasi nirkabel yang bagian-bagiannya dilakukan oleh perangkat lunak. Software Defined Radio dapat memberikan solusi yang efisien dan murah.

SDR yang didefinisikan sebagai kumpulan perangkat keras maupun perangkat lunak dimana sebagian atau semua fungsi radio yang diimplementasikan melalui software yang dapat diubah atau firmware yang bekerja pada teknologi programmable processing. SDR dapat bekerja pada perangkat seperti *field programmable gate arrays (FPGA)*, *digital signal processors (DSP)*, *general purpose processors (GPP)*, *programmable System on Chip (SoC)*. Dengan SDR teknologi baru pada sistem *wireless* dan perubahan konfigurasi pada radio dapat dilakukan pada sistem radio *existing* tanpa perlu melakukan perubahan perangkat keras atau pengadaan perangkat baru. [5]

### A. Arsitektur Software Defined Radio

Sebuah radio dikatakan SDR sebagian atau semua pengolahan signal baseband atau RF dilakukan dengan menggunakan software dan dapat dimodifikasi setelah pabrikasi. Pada gambar 1 ditampilkan sebuah konsep SDR. Gambaran SDR merupakan rangkaian perangkat keras base band, signal-processing, interface dan komponen



Gambar 2x. Penerima SDR

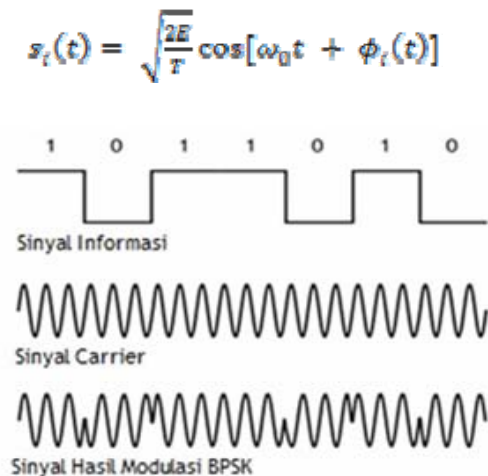
komputasi yang didukung oleh teknologi konversi RF dan antenna. sinyal yang beredar dimedia akan ditangkap oleh antenna. sinyal yang diterima akan diteruskan menuju *Radio Frequency (RF)* dan selanjutnya ke *down converter*. Sinyal dari down converter kemudian akan melewati *Analog to*

*Digital Converter* (ADC) untuk mengubah sinyal analog ke digital yang akan diproses pada *Digital Signal Processing* (DSP). Pada DSP sinyal akan diolah sesuai dengan proses yang telah dibuat dengan program.

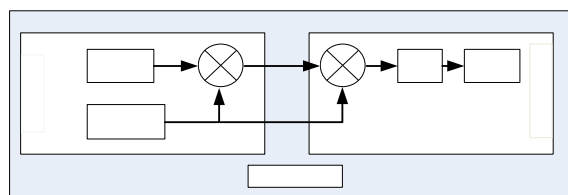
Gambar 2 merupakan contoh diagram SDR yang ideal dimana komponen pada RF juga telah dapat dikontrol oleh software. Selanjutnya sinyal akan di ubah ke bentuk sinyal digital untuk kemudian diolah pada DSP.

## B. Modem BPSK

Modulasi *Phase Shift Keying* (PSK) merupakan modulasi digital dengan mengubah fase sinyal pembawa (*carrier*) sesuai dengan perubahan kondisi masukan dari sinyal informasi [6]. Adapun persamaan matematika modulasi PSK dapat dituliskan sebagai berikut:



Gambar 3. Modulasi BPSK



Gambar 4. Modem Cascade

dengan  $0 \leq t \leq T$  dan  $i = 1, \dots, M$  dimana pada bagian fase  $\phi_i(t)$  merupakan fungsi nilai  $M$  dengan fungsi sebagai berikut:

$$\phi_i(t) = \frac{2\pi i}{M}$$

Nilai  $M$  dalam *Binary PSK* (BPSK) adalah 2. Parameter  $E$  adalah energi simbol sedangkan  $T$  adalah waktu simbol. Dalam modulasi BPSK, sinyal informasi mengubah fase sinyal  $s_i(t)$  ke dalam 2 kondisi, yaitu fase  $0^\circ$  dan  $180^\circ$ .

Untuk mengubah fase sinyal *carrier* dapat mengintegalkan sinyal informasi dalam bipolar dengan sinyal *carrier* tersebut. Sehingga sinyal keluaran modulasi BPSK yang dimodelkan dalam Gambar 3 adalah 2 jenis sinyal yaitu  $s_1(t)$  dan  $s_2(t)$  yang merepresentasikan bit sinyal informasi.

## 3. KONFIGURASI SISTEM

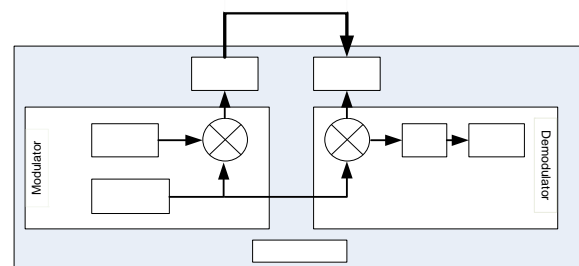
Untuk mengetahui kinerja DSK dalam pengimplementasian modem, dilakukan dua jenis konfigurasi modem.

### 3.1 Modem Cascade

Implementasi modem cascade ini merupakan pengimplementasian modulator dan demodulator dalam sebuah board DSK dan saling terhubung secara *logic* pada sebuah board. Pada implementasi modem cascade akan diperoleh clock modulator dan demodulator dengan clock yang serentak. Percobaan ini untuk mendapatkan sinyal referensi yang sinkron dengan demikian bit akibat sinyal referensi yang berbeda dapat dihilangkan. Gambar 4x menampilkan modem *cascade*. Blok input merupakan inputan informasi yang akan dikirimkan berupa logic '1' dan '0'. Sinyal logic akan diubah menjadi '1' dan '-1'. Sinyal '1' dan '-1' akan ditumpangkan pada sinyal pembawa. Sinyal keluaran dari modulator akan langsung dikirim ke demodulator. sinyal yang diterima akan dikalikan dengan sinyal referensi. Blok keluaran merupakan keluaran sinyal informasi yang dikirim. Sinyal input dan sinyal akan diamati melalui *Real time data exchange* (rt dx) dan pengamatan sinyal dengan *osilloscope*

### 3.2 Modem dengan masukan Bypass

DSK TMS320C6416 menyediakan port audio stereo 3.5 yang pada dasarnya memiliki dua saluran, yaitu *right channel* dan *left channel*.



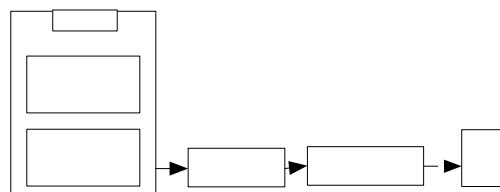
Gambar 5x. Modem Bypass

Saluran ini merupakan masukan dan keluaran sinyal pada DSK TMS320C6xxx. Port ini dimanfaatkan untuk masukan modem Bypass. Modem Bypass memiliki sedikit perbedaan dengan modem *cascade* pada koneksi antara modulator dan demodulator. Sinyal termulasi yang dikeluarkan melalui kanal audio oleh modulator akan dikirimkan keluar melalui DAC pada DSK seperti pada gambar 5x. Sinyal keluaran DAC akan diumpankan kembali ke demodulator melalui kanal input yang kemudian disampling oleh ADC sebagai masukan. Sinyal inputan demodulator akan di demodulasi sehingga diperoleh kembali sinyal yang diinputkan pada modulator.

### 3.3 Sistem Implementasi dan Pengukuran

Pembangunan sistem dan pengukuran modem pada platform SDR dilakukan dengan melibatkan empat komponen sebagai satu kesatuan sistem. Sistem ini ditunjukkan pada gambar 6x. Blok Simulink Matlab menggambarkan bagian perancangan modulator maupun demodulator, pada bagian ini komponen-komponen pembangun modem dihubungkan untuk membentuk modulator maupun demodulator. Hasil perancangan pada simulink akan diubah menjadi bahasa C. File C yang sesuai sudah disesuaikan agar dapat berjalan di TMS.

Bagian *composer code studio (CCS)* bekerja sebagai konverter dari bahasa C menjadi bahasa Assembly. CCS juga merupakan downloader perangkat TMS sekaligus interface yang dapat berkomunikasi dengan TMS. TMS320c6416DSK akan bekerja sebagai modulator dan demodulator setelah program assembly diupload. Sinyal output dari DSK akan direkam menggunakan osiloscope yang selanjutnya dibandingkan dengan inputan DSK.



Gambar 6. Sistem Perancangan dan Pengukuran

Table 1. Pengujian Modem cascade (BER vs SNR)

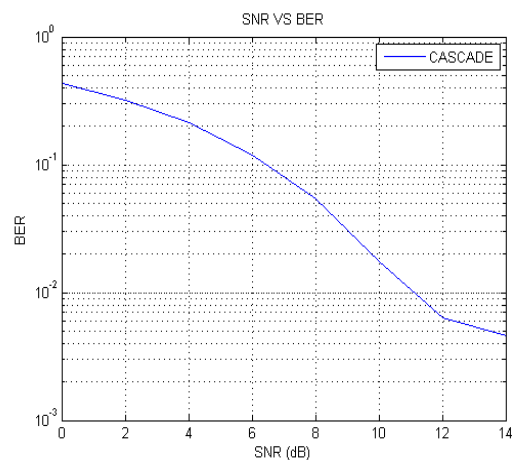
SNR (dB)	BER	
	I	II
14	0.0046	0.0043
12	0.0063	0.0060
10	0.0173	0.0170
8	0.054	0.053
6	0.1197	0.1188
4	0.2117	0.2117
2	0.3184	0.3179
0	0.4355	0.4373

## 4. HASIL

Pengujian dilakukan sebanyak dua bagian, yaitu pengujian tanpa noise dan pengujian dengan noise. Pada pengujian tanpa noise dilakukan dengan memberi peredaman yang berbeda pada sinyal yang termulasi. Hasil yang diperoleh baik pada modem cascade maupun bypass tidak memiliki perbedaan yang signifikan, dimana hanya ada beberapa bit error yang terjadi dari 10.000 bit yang dikirimkan.

Pengujian berikutnya yang dilakukan adalah pengujian dengan menambahkan derau pada sinyal termulasi. Sinyal derau dibangkitkan dari block kanal AWGN dari simulink. Pada table 1 ditampilkan hasil dua hasil pengujian. Gambar 7 menunjukkan grafik penghitungan BER terhadap SNR. Terlihat dari hasil yang diperoleh bahwa Bit yang mengalami kesalahan bertambah seiring dengan penurunan rasio daya sinyal dan daya noise.

Pengujian modulator dan demodulator yang di bypass melalui input-output audio mengalami kerusakan bit yang besar. Berbanding terbalik dengan modem yang dihubungkan secara cascade dengan pengujian yang sama, demodulator yang menerima sinyal termulasi melalui ADC,



Gambar 7. Grafik pengujian modem cascade

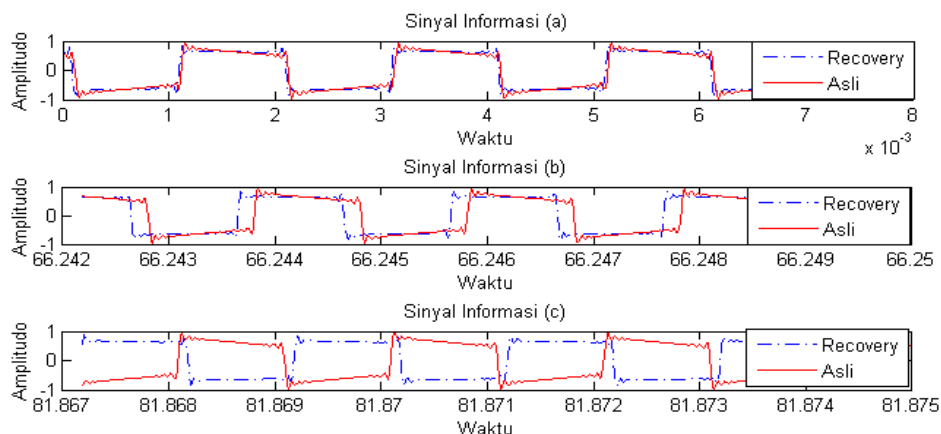
modem bypass melakukan banyak kesalahan dalam mengembalikan sinyal informasi. Hal ini dapat disebabkan oleh hasil sampling ADC terhadap sinyal yang memiliki noise tidak optimal.

Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian modulator dan demodulator pada dua buah board DSP. Pengujian dilakukan dengan dua metode yang berbeda, metode pertama board DSP pertama sebagai modulator akan mengirimkan sinyal termulasi dan sinyal carrier secara bersamaan melalui kanal audi *left* dan *right*. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan dimana sinyal carrier referensi dan sinyal ter modulasi sinkron. Dari hasil pengamatan diperoleh sinyal sinus yang sinkron. Pengujian kedua pada dua board DSP yaitu sinyal referensi carrier tidak lagi dikirim oleh Modulator melainkan dibangkitkan oleh board DSP kedua. Pada gambar 8 ditunjukkan sinyal informasi dari sumber dan sinyal hasil recovery sinyal terdemodulasi. Pada gambar 8(a) sinyal awal dan sinyal recovery terlihat masih sejajar. Pada gambar 8(b) sinyal hasil recovery mengalami pergeseran, hasil paling buruk di terlihat pada gambar 8(c), dimana terjadi perbedaan polarisasi sinyal informasi. Hasil pengujian

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap beberapa konfigurasi modem dapat diambil kesimpulan sementara :

- Pada pengujian dengan kanal yang bersih atau tanpa ditambahkan noise pada sistem diperoleh hasil yang baik dimana nilai error yang terjadi relative sama pada variasi daya sinyal termulasi.
- Pada pengujian dengan menambahkan noise dengan pembangkitan kanal AWGN pada konfigurasi cascade nilai BER yang terjadi meningkat mengikuti penurunan nilai SNR.
- Pengujian yang melibatkan ADC dan DAC pada DSP yang ditambahkan dengan pembangkitan noise AWGN sangat berpengaruh pada hasil pengujian, dimana diperoleh kerusakan sinyal hasil recovery pada demodulator sangat besar.
- Diperlukan sebuah mekanisme sinkronisasi phasa carrier dan timing pada modem dengan dua DSP, agar kegagalan recovery informasi akibat sinyal carrier dan timing yang tidak sinkron



Gambar 8. Sinyal Informasi

## Daftar Referensi

- [1] E. Buracchini, "The Software Radio Concept", IEEE Comm. Magazine, 2000, pp. 138-143.
- [2] Tabassam, A. A, Ali, F. A, Kalsait, S., Suleman, M. U., (2011) "Building Software-Defined Radios in MATLAB Simulink – A Step Towards Cognitive Radios", UKSim 13th International Conference on Modelling and Simulation, pp.492-497
- [3] Glossner, J., (2003) "A software-defined communications baseband design", IEEE Comm. Magazine, pp.120-128.
- [4] P. Kuswiradyo, A. Affandi, "Komunikasi Nirkabel Ad Hoc pada Kanal VHF dengan Memanfaatkan Platform SDR", Tesis JTE ITS, Juli, 2010.
- [5] <http://www.wirelessinnovation.org/> Introduction\_to\_SDR 21 maret 2013
- [6] B. Sklar, "Digital Communications Fundamental and Applications", Prentice Hall, United State of America, Ch. 4, 2001.

### [CV Penulis]

Nicodemus FR H, dilahirkan di parapat tanggal 02 agustus 1984. Pada tahun 2010 me-namatkan program Sarjana di Teknik Elektro ITS. Penulis melanjutkan studi program Magister pada tahun 2011 di Jurusan Teknik Elektro ITS bidang Telekomunikasi Multimedia, serta sedang melakukan penelitian mengenai sistem komunikasi Ad hoc pada platform SDR (VmeS).

Achmad Affandi, dilahirkan di Tulungagung, 14 Oktober 1965. Pada tahun 1986 menyelesaikan program Sarjana di Teknik Elektro ITS Surabaya bidang Telekomunikasi Multimedia. Kemudian melanjutkan studi program Magister dan Doktor bidang Telekomunikasi Multimedia pada Electronics, INSA de Rennes, Prancis dan selesai pada tahun 2000. Saat ini bekerja sebagai dosen dan peneliti di Jurusan Teknik Elektro Telekomunikasi Multimedia, Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya

# ANALISIS EFEK DOPPLER PADA *BANDWIDTH* RADIO UNTUK APLIKASI TELEMETRI DATA ROKET

Sri Kliwati

*Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional*  
*Jl. Raya LAPAN Rumpin Bogor*  
*E-mail : sri\_kliwati@yahoo.com*

## Abstrak

Efek Doppler sangat berpengaruh pada lebar pita radio untuk komunikasi data pada *tracking* roket. Frekuensi radio disimulasikan pada frekuensi antara 450 MHz hingga 4650 MHz dengan kecepatan roket antara 0 hingga 3 Mach. Hasil simulasi dengan berdasar watak peralatan yang ada di lab menunjukkan, bahwa radio komunikasi dapat dipengaruhi oleh efek Doppler hingga 16 kHz. Hasil simulasi ini sangat penting untuk menentukan spesifikasi radio yang akan digunakan sebagai telemetri data roket dengan unjuk kerja yang diinginkan.

**Kata kunci:** Efek Doppler, bandwidth radio, kecepatan roket.

## 1. Pendahuluan

Kecepatan roket yang melebihi beberapa kali kecepatan suara, dapat mempengaruhi komunikasi data pada bagian telemetri.<sup>1,2)</sup> Untuk menentukan spesifikasi radio yang akan digunakan, maka sangat penting untuk menganalisa pengaruh efek Doppler tersebut pada frekuensi radio tertentu dengan kecepatan roket. Pengaruh efek Doppler langsung pada *bandwidth* radio yang digunakan. Jika bandwidth radio kurang dari pengaruh frekuensi efek Doppler, maka komunikasi radio akan terganggu. Untuk menentukan spesifikasi radio yang akan digunakan, sangat penting untuk dilakukan analisis pengaruh tersebut. Efek Doppler ini juga dapat digunakan untuk menentukan kecepatan roket yang diukur. Perubahan frekuensi ini merupakan fungsi kecepatan roket. Semakin cepat, maka beda frekuensi akan semakin besar. Pada aplikasi komunikasi data satelit, hal ini mutlak diperlukan penentuan efek Doppler. Oleh karena itu dengan kemajuan roket yang semakin cepat, efek ini harus dianalisa secara menyeluruh.

Tulisan ini membahas pengaruh kongkret efek Doppler pada system komunikasi data untuk *tracking* roket. Frekuensi radio yang digunakan disimulasikan antara 450 MHz hingga 4,5 GHz dengan variasi kecepatan roket antara 0 hingga 3 Mach. Simulasi ini dilakukan dengan perangkat lunak Matlab, supaya mudah dilakukan. Hasil yang diperoleh akan dapat menjelaskan spesifikasi radio yang harus digunakan pada roket.

## 2. Analisis Efek Doppler

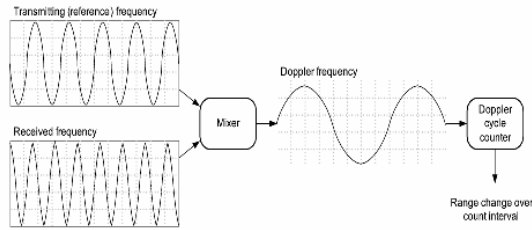
Perubahan kecepatan roket akan mengakibatkan perubahan frekuensi signal *carrier* radio yang diterima di *base-station*. Perhitungan perubahan frekuensi ini tergantung pada kecepatan roket dan frekuensi signal radio yang dipancarkan, yang ditulis dengan persamaan berikut.

$$f_{receiver} = f_{rocket} \left( 1 \pm \frac{V_{rocket}}{C} \right) \quad (1)$$

$$V_{rocket} = \pm \frac{\Delta f \times C}{f_{rocket}} \quad (2)$$

Di sini  $C$  adalah kecepatan gelombang radio di udara yaitu  $3 \times 10^8$  m/s<sup>2</sup> konstan dan  $V_{rocket}$  adalah kecepatan roket. Dengan menggunakan persamaan (1) dan (2), maka dapat dialisis pengaruh kecepatan roket terhadap perubahan frekuensi radio  $\Delta f$  pada frekuensi radio tertentu. Jika kita dapat mengukur perubahan frekuensi  $\Delta f$  dapat diukur, maka kecepatan roket juga dapat dihitung dengan persamaan di atas. Alat untuk mengukur perubahan frekuensi ini dapat berupa satu *receiver* yang terdiri atas *mixer* dan *local oscillator* untuk ekstraksi perubahan frekuensi. Alat ini tidak diproduksi, sehingga harus dapat membuat prototipe sendiri untuk keperluan eksperimen. Komponen RF (*Radio Frequency*) untuk membuat prototipe dapat dibeli dengan mudah.





Gambar 1. Ekstraksi signal Doppler dengan mixer.

Gambar 1 menunjukkan metoda untuk mengukur perubahan frekuensi Doppler dengan menggunakan rangkaian sederhana. Signal radio yang dikirim dibandingkan dengan signal referensi dengan menggunakan mixer. Output dari mixer tersebut berupa signal Doppler.

Berdasarkan rumus di atas, maka dilakukan analisa dengan menggunakan parameter seperti terlihat pada tabel 1. berikut:

Tabel 1. Parameter analisa Doppler roket.

Parameter	Nilai
Frekuensi radio	450 MHz – 4,5 GHz
Kecepatan roket	0 – 3 Mach
C	$3 \times 10^8 \text{ m/s}^2$

Kecepatan roket ini disesuaikan dengan tipe dan ukuran yang sedang dikembangkan, yaitu RX550 hingga 3 Mach (1 Mach = 340 m/detik).

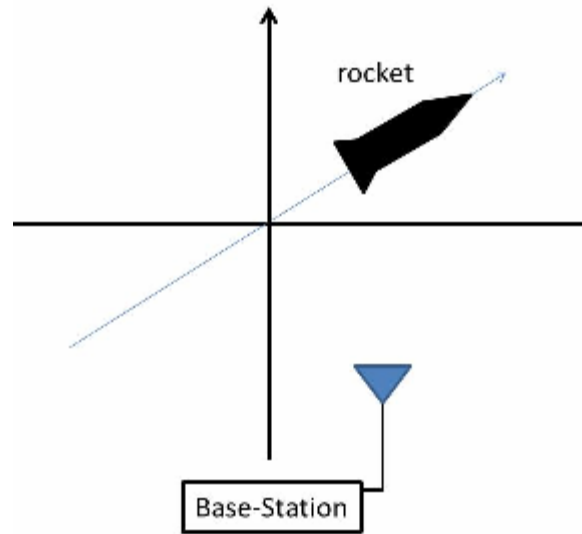
Untuk analisa kecepatan roket terhadap perubahan frekuensi ini, diasumsikan kecepatan pada saat linier. Hal ini terutama pada saat roket masih bergerak lurus saat motor masih menyala. Tetapi secara umum jika sudah bergerak parabolic maka dapat dikoreksi dengan tambahan perkalian seperti persamaan berikut.<sup>3)</sup>

$$\Delta f = \frac{V_{\text{rocket}} \times f_{\text{rocket}}}{C} \times \cos(\theta) \quad (3)$$

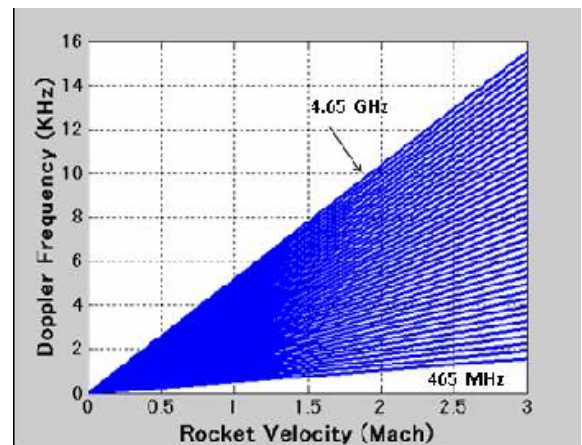
Disini  $\theta$  adalah sudut yang terjadi antara vector kecepatan roket dengan arah ke receiver sistem radio data yang digunakan untuk deteksi roket.  $\cos(\theta)$  pada persamaan ini dihitung pada saat roket bergerak memotong *Great Circle Line* (GCL) radio pada *base-station*. Koordinat perpotongan gerak roket dengan garis radio tersebut dapat dilihat pada gambar 2 dibawah.

### 3. Hasil Analisis

Simulasi dilakukan berdasarkan persamaan (1) – (3) di atas, dengan menggunakan parameter Tabel 1. Hasil analisa adalah seperti terlihat pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Geometri umum gerakan roket saat memotong garis radio penerima dalam satu bidang dengan sudut  $\theta$

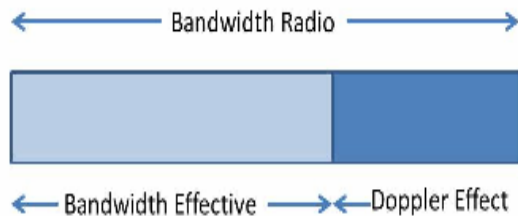


Gambar 3. Pengaruh Doppler pada bandwidth radio komunikasi.

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara perubahan kecepatan roket dengan efek Doppler yang ditunjukkan oleh radio dengan frekuensi antara 450 MHz hingga 4,5 GHz. Dari gambar tersebut terlihat, bahwa maksimum perubahan frekuensi Doppler adalah 16 kHz. Kecepatan linier roket tercepat yang diukur dari titik peluncuran adalah sekitar 2,5 Mach (RX250), sedangkan jika diukur pada posisi dengan sudut yang berbeda, maka kecepatan yang diukur menjadi lebih kecil.

Aplikasi radio untuk tracking roket digunakan untuk mengirim data-data digital, seperti GPS, sensor *accelerometer*, *rate gyroscope*, dan lain-lain. Semakin banyak data yang diperlukan, semakin besar pula bandwidth signal radio yang diperlukan. Oleh karena itu, pengembangan radio khusus untuk komunikasi data pada kondisi kecepatan gerak tinggi

seperti roket ini perlu dilakukan. Saat ini, untuk keperluan komunikasi data tracking roket masih menggunakan radio komersial yang tidak didesain untuk aplikasi roket. Transmisi data digital yang digunakan pada saat ini masih rendah ( $\leq 115$  kbps) dengan bandwidth radio yang cukup untuk aplikasi telemetri data.



Gambar 4. Ilustrasi efek Doppler terhadap *bandwidth* radio.

Gambar 4 adalah ilustrasi efek Doppler yang dapat menyebabkan pengurangan bandwidth radio yang efektif. Jika kecepatan roket menyebabkan bandwidth yang efektif lebih sempit dari yang diperlukan untuk pengiriman data, maka hal ini dapat menyebabkan pengaruh kualitas data yang akan terganggu. Bandwidth gambar 2 dan gambar 3, maka spesifikasi radio komersial yang akan digunakan untuk aplikasi tracking/telemetri darataroket dapat ditentukan apakah memenuhi syarat.

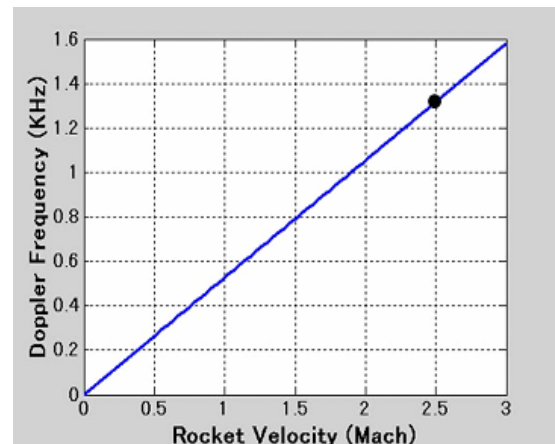
Sebagai contoh kasus, pernah digunakan radio telemetri data dengan bandwidth 3 kHz (radio amatir). Sementara frekuensi yang digunakan adalah 1200 Hz dan 2200 Hz sebagai penanda biner 1 dan 0. Frekuensi radio yang digunakan adalah 465 MHz, sehingga berdasarkan gambar 3 di atas, maka efek Doppler yang ditimbulkan adalah sekitar 1,3 kHz pada kecepatan roket 2,5 Mach seperti terlihat pada gambar 5. Berdasarkan gambar 3 di atas, maka bandwidth yang efektif dari 3 kHz berkurang 1,3 kHz, sehingga menjadi hanya 1,7 kHz. Pada saat itu mengakibatkan data menjadi tidak normal bahkan hilang sama sekali. Hal ini terjadi terutama pada saat roket bergerak lurus dari antenna receiver saat motor roket masih menyala. Berdasarkan hasil analisa diatas, maka masalah yang timbul pada saat itu sudah dapat diketahui secara ilmiah, sehingga dimasa yang akan datang pemilihan radio akan menjadi lebih tepat

Tabel 2. Contoh analisis kasus efek Doppler pada radio telemetri amatir.

Spesifikasi	Nilai
$V_{\text{roket}}(\text{RX250})$	2,5 Mach
$f_{\text{radio}}$	465 MHz
Effek Doppler	1,2 kHz
Bandwidth radio	3 kHz
Bandwidth efektif	3 sampai 1,2kHz

Parameter pada penggunaan spesifikasi radio

yang kurang tersebut dapat dirangkum seperti pada tabel 2 di atas.



Gambar 5. Pengaruh Doppler pada bandwidth radio komunikasi 465 MHz saat kecepatan maksimum 2.5 Mach.

## 4. Kesimpulan

Efek Doppler harus dapat diatasi pada komunikasi data pada wahana bergerak seperti roket dan satelit, untuk kesuksesan pengiriman data-data penting. Telah dilakukan analisa pengaruh efek Doppler radio data untuk aplikasi roket. Pada kecepatan maksimum 3 Mach, maka diperlukan minimal tambahan 16 kHz *bandwidth* radio data, supaya efektivitas *bandwidth* yang diperlukan tidak terpengaruh. Hasil simulasi ini dilakukan pada rentang frekuensi radio data antara 465 MHz hingga 4.65 GHz.

## Daftar Pustaka

- [1] en.wikipedia.org/wiki/Doppler\_effect
- [2] Jonathan Pisane, etal,"Compensating for Doppler effect in satellite D-STAR radio communications:On-board and on-the-ground solution", University of Liège, Dept. of Aerospace and Mechanics, Liège, Belgium
- [3] Ron Cook etal,"Doppler shift estimation for 10 GHz aircraft enhancement". J. Liu Doppler Compensation in ICO System, 1997
- [4] J. Liu ICO SBS System Functional Analysis, 1997
- [5] Q. Liu "Frequency synchronization in global mobile satellite communications systems", IEEE Wireless Communications and Networking Conference 1999
- [6] D. Rife and R. Boorstyn "Single-Tone parameter estimation from discrete-time observations", IEEE Trans. Information Theory, vol. IT-20, no. 5, pp.591 -598 1974



### [CV Penulis]

**Sri Kliwati**, menyelesaikan studi S1 bidang Ilmu Fisika-Elektronika dan Instrumentasi MIPA UGM, menyelesaikan studi S2 Ilmu Komputer UI. Saat ini bekerja sebagai peneliti di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

# DESAIN SISTEM PEMANENAN ENERGI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK PADA FREKUENSI GSM 900

Widya Cahyadi dan Eko Setijadi

*Jurusan Teknik Elektro*

*Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

*Kampus ITS, Keputih-Sukolilo, Surabaya-60111*

*Email: widya.cahyadi11@mhs.ee.its.ac.id, ekoset@ee.its.ac.id*

## Abstrak

Perkembangan teknologi perangkat nirkabel akhir-akhir ini cukup pesat, beberapa perangkat yang menjadi kebutuhan pendukung bagi masyarakat, industri, dan militer yang bersifat portabel serta dinamis menjadi pilihan. Sayangnya, teknologi perangkat nirkabel dibatasi oleh ketidakmampuan pengisian baterai perangkat untuk jangka waktu panjang agar dapat beroperasi secara independen, sehingga masih bergantung pada daya listrik pusat. Pemanfaatan gelombang *electromagnetic* yang dikonversi menjadi energi listrik sebagai salah satu alternatif dalam konversi energi pada *Wireless Power Transmission* (WPT), merupakan teknik yang ditawarkan untuk memasok daya jarak jauh dari aplikasi *wireless*, karena dalam proses ini dimungkinkan untuk dihasilkan daya listrik yang cukup untuk *recharging* baterai. Berdasar hasil simulasi CST, parameter desain antena sudah memenuhi syarat untuk bisa digunakan dalam pemanenan energi gelombang elektromagnetik pada frekuensi GSM. Hasil simulasi rangkaian *rectifier multiple stage* pada simulasi multisim demo menghasilkan tegangan yang sesuai untuk perangkat berdaya rendah. Rangkaian powerharvester IC P2110 dapat melakukan pemanenan energi meski hasilnya kecil.

Kata kunci : Antena *microstrip*, RF energy harvesting, rectifier, powerharvester.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi perangkat nirkabel akhir-akhir ini cukup pesat, beberapa perangkat yang menjadi kebutuhan pendukung bagi masyarakat, industri, dan militer yang bersifat portabel serta dinamis menjadi suatu pilihan. Sayangnya, teknologi perangkat nirkabel dibatasi oleh ketidakmampuan pengisian baterai dalam jangka waktu lama untuk dapat beroperasi secara independen, dan masih bergantung pada daya listrik pusat. Selain itu keterbatasan usia baterai dalam operasionalnya perlu penggantian, dan perlu pengisian secara periodik [1]. *Wireless Power Transmission* (WPT) merupakan suatu teknik untuk menyediakan daya jarak jauh dari aplikasi nirkabel, misalnya seperti frekuensi radio [2].

Pada makalah ini menawarkan suatu desain rancangan sistem yang dapat memanen energi dari gelombang elektromagnetik RF, khususnya pada frekuensi GSM 900 MHz, melalui konversi menjadi energi listrik yang diharapkan dapat melakukan proses pengisian. Desain sistem yang diusulkan

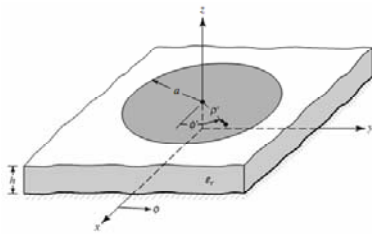
dalam pemanenan energi RF terdiri dari : subsistem antena *microstrip* sebagai penerima RF yang disimulasikan menggunakan perangkat lunak *Computer Simulation Technology* (CST), subsistem rangkaian power harvester P2110, subsistem rangkaian penyearah *multiple stage*, dan sebagai opsi adalah rangkaian penguat DC serta *super capacitor* sebagai *energy storage*. Sedangkan pada penelitian sebelumnya [1], model yang diusulkan hanya terbatas pada antena, rangkaian penyearah dari *diode schottky*, dan kapasitor *energy storage*.

## 2. Sistem Pemanenan Energi Frekuensi GSM 900

Desain pada sistem pemanenan energi jarak jauh dari gelombang elektromagnetik khususnya pada frekuensi GSM 900 MHz terdiri dari subsistem antena menggunakan simulasi CST, subsistem rangkaian power harvester P2110, subsistem rangkaian penyearah *multiple stage* menggunakan simulasi *multisim*. Sebagai opsinya ditambahkan rangkaian penguat DC dan penyimpan energi *super capacitor*.

## 2.1 Antena Microstrip

Antena mikrostrip sebagai salah satu antena gelombang mikro yang digunakan sebagai peradiasi pada sejumlah sistem telekomunikasi modern karena memiliki bentuk yang sederhana, kecil, ringan, efisien, ekonomis serta cenderung lebih mudah dalam pembuatannya. Secara umum, antena mikrostrip terdiri atas tiga bagian, yaitu patch, substrate, dan ground plane. Pada gambar 1, variabel  $a$  adalah radius circular patch,  $h$  adalah ketebalan substrat, dan  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik substrat, sementara ground plane terletak pada bagian paling bawah [3]. Antena *microstrip* berbentuk *circular patch* memiliki bentuk desain yang sederhana, ringkas, serta tidak menutup kemungkinan untuk bekerja pada frekuensi multiband dan bandwidth yang lebih lebar. Pada gambar 1 bentuk antena *microstrip circular patch* yang akan disimulasikan pada perangkat lunak CST.



Gambar 1 Geometri dari Antena mikrostrip patch sirkular.

Prosedur desain, radius  $a$  dengan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ), ketinggian ( $h$ ), dan frekuensi resonansi ( $f_r$ ) adalah :

$$a = \frac{F}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[ \ln \left( \frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

Tabel 1 Karakteristik bahan PCB FR4

Karakteristik	Nilai	Satuan
Center Frequency	915	MHz
Input Resistance	50	Ohm
Substrate (height)	1.6	mm
Relative permittivity	4.3	F/m

## 2.2 Rangkaian Power harvester P2110

Berdasarkan skema rangkaian pada Gambar 2, komponen utama power harvester yaitu IC P2110, RF input terhubung dengan antena mikrostrip yang

telah dirancang bekerja sesuai dengan *datasheet*, yaitu pada frekuensi GSM 900 MHz. Selain komponen utama tersebut terdapat komponen pendukung berupa kapasitor  $C1$ ,  $C2$ ,  $C3$  dan resistor  $r$ . penentuan nilai kapasitor sesuai dengan persamaan 3,

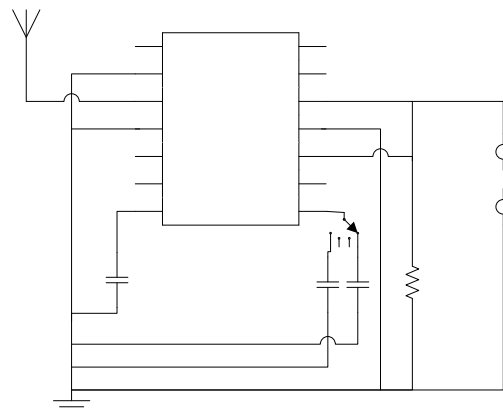
$$C = 15 V_{out} I_{out} t_{on} \quad (3)$$

Dengan,  $V_{out}$  adalah tegangan *output* dari P2110,  $I_{out}$  adalah rata-rata arus dari P2110,  $t_{on}$  adalah *On-time* tegangan *output*. Tegangan output DC dari P2110 preset 3.3V, sehingga untuk menyesuaikan dengan kebutuhan tegangan dibutuhkan penyesuaian nilai  $r$  resistor yang dapat diatur dengan meningkatkan atau menurunkan resistansi sesuai dengan persamaan berikut:

$$r = \frac{249k(V_{out} - 1.195)}{3.32 - V_{out}} \quad (4)$$

$$r = \frac{297k}{V_{out} - 3.32} \quad (5)$$

dengan  $r$  adalah nilai hambatan, pada persamaan 4 digunakan untuk menurunkan tegangan keluaran  $V_{out}$ , sedangkan persamaan 5 digunakan untuk meningkatkan tegangan keluaran  $V_{out}$  [4].



Gambar 2. Skema Power Harvester P2110

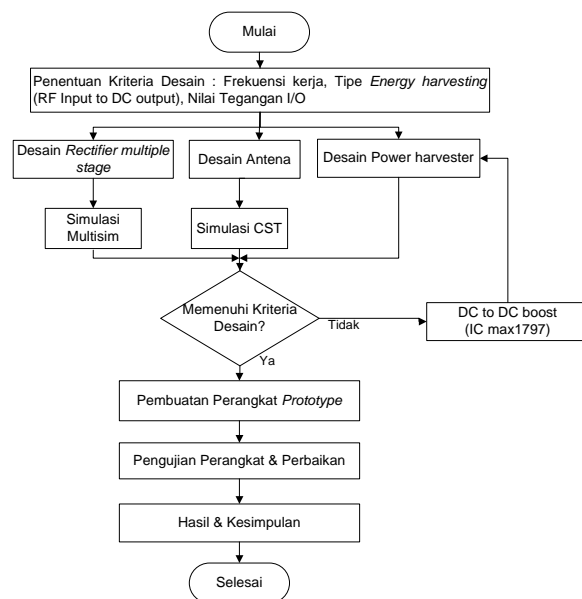
## 2.3 Rangkaian Penyearah multiple stage

Rangkaian dengan *multiple stage* dioda, D1 hingga D12 menggunakan dioda BAT 63 tipe *Silicon Schottky Diode* produksi SIEMENS, serta kapasitor dengan nilai masing-masing kapasitor ( $C$ ) adalah 1 nF [1]. Rangkaian penyearah dengan input dari gelombang RF menghasilkan keluaran berupa tegangan DC. Rangkaian Diode dan kapasitor disusun menyerupai tingkatan (*stage*), tegangan *output* meningkat berbanding lurus dengan jumlah

stage. Penelitian sebelumnya [1] menggunakan jumlah stage sebanyak 7-stage, 9-stage, 11-stage, hingga 13-stage. Kombinasi Dioda BAT 63 dengan kapasitor 1 nF, mampu menghasilkan tegangan DC maksimum.

### 3. Perancangan dan Implementasi

Langkah awal dalam penelitian ini adalah penentuan kriteria desain antenna yang akan diimplementasikan untuk dapat melakukan pemanenan pada frekuensi GSM 900 MHz, dengan frekuensi pusat 915 MHz, impedansi sesuai dengan kebutuhan *datasheet* rangkaian *power harvester*. Secara garis besar desain sistem pemanenan energi RF dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3. Simulasi rancangan antenna menggunakan software CST. Desain *rectifier multiple stage* disimulasikan menggunakan perangkat lunak Multisim, dengan komponen Dioda BAT 63 dan Kapasitor 1 nF, rangkaian ini ditunjukkan dalam gambar 4. Input AC 0.5 Vrms, 915 MHz dengan output DC 4.244 Volt.



Gambar 3. Blok diagram alir penelitian

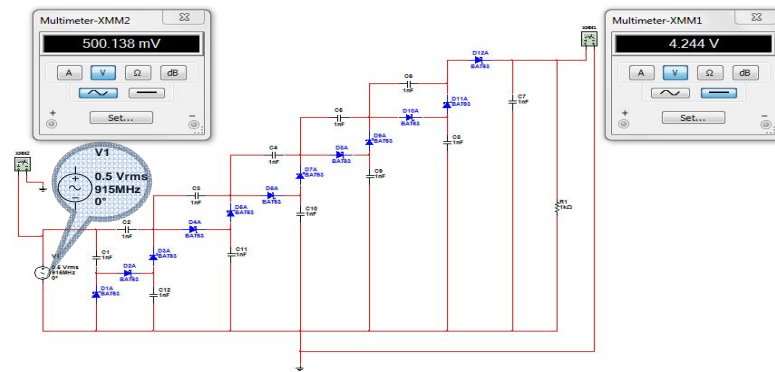
### 3.1 Simulasi Antena Menggunakan CST

Simulasi rancangan antenna menggunakan software CST. Parameter umum antenna meliputi bandwidth, VSWR, dan return loss sebagai acuan keberhasilan dalam melakukan simulasi antenna yang akan dipabrikasi. Bahan yang akan digunakan mulai dari simulasi hingga pabrikan memiliki karakteristik seperti tabel 1 dan dimensi ukuran antenna ditunjukkan dalam tabel 2 berikut.

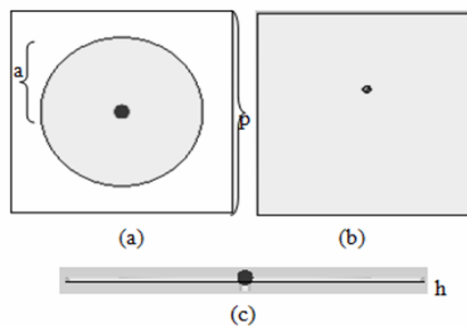
Tabel 2 Parameter ukuran antenna Simulasi CST

Komponen	Ukuran (cm)
Radius Patch	4.4782
Panjang (p)	12.1564
Lebar (l)	12.1564
Tebal Substrat (h subs)	0.1600
Tebal Tembaga (h patch)	0.0035

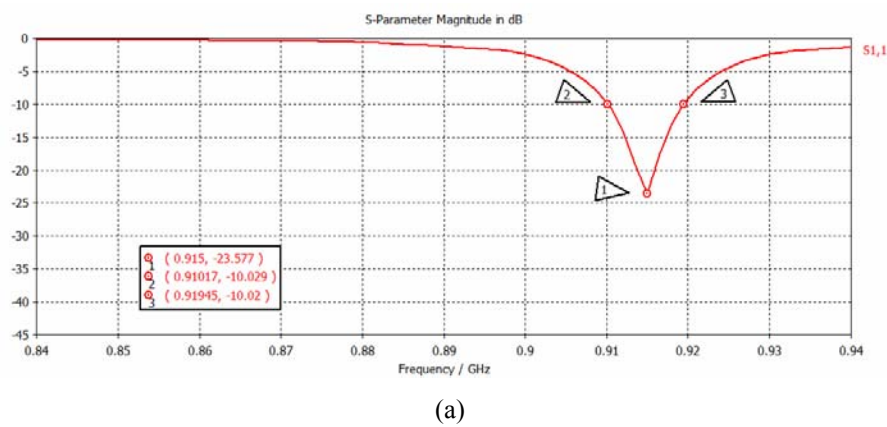
Simulasi menggunakan software CST untuk mendapatkan nilai return loss, VSWR dan gain pada frekuensi kerja yang diharapkan. Pada gambar 5 merupakan bentuk antenna, gambar 6 adalah nilai return loss dan VSWR menurut parameter pada tabel 2 yang diinputkan ke dalam simulasi. Perolehan nilai *return loss* dari hasil simulasi yang memenuhi syarat bernilai kurang dari -10 dB yaitu pada rentang frekuensi 910 - 919,6 MHz dan bandwidth sekitar 9,6 MHz. Frekuensi tengah yang diperoleh tepat pada frekuensi kerja 915 MHz dengan return loss -23,57 dB. Perolehan nilai VSWR hasil simulasi yang memenuhi syarat bernilai kurang dari dua yaitu pada rentang frekuensi 910 - 919,6 MHz dan bandwidth sekitar 9,6 MHz. Frekuensi tengah yang diperoleh tepat pada frekuensi kerja 915 MHz dengan VSWR 1,14. Gain Antena 3,29 dBi ditunjukkan pada gambar 7.



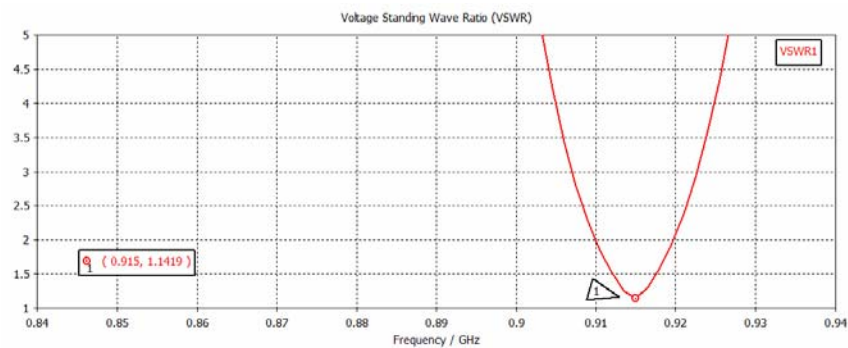
Gambar 4. Rangkaian rectifier multiple stage



Gambar 5 Desain antenna pada simulasi; (a) tampak depan, (b) belakang, dan (c) samping.

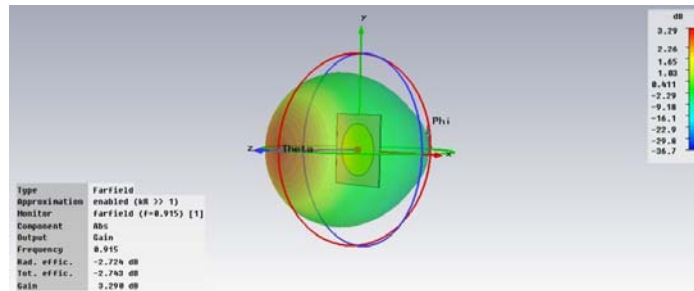


(a)



(b)

Gambar 6 Hasil simulasi CST antenna circular patch; (a) nilai return loss, (b) Nilai VSWR



Gambar 7 Hasil simulasi Gain antenna menggunakan CST

Tabel 3. Estimasi perhitungan powercast wireless power

Input Parameter					Output Parameter		
F (MHz)	Transmitted Power	Receiver Antenna Gain (dB)	Received RF Power (mW)	Distance (m)	P (uW)	V (volt)	I (uA)
915	3	3.98	0.081	10	11	1.2	9

### 3.2 Simulasi Rectifier menggunakan Multisim

Rangkaian *rectifier multiple stage* disimulasikan menggunakan perangkat lunak Multisim dengan Rangkaian 11-stage dioda D1 hingga D12 adalah dioda BAT63 tipe *Silicon Schottky Diode* produksi SIEMENS. Kapasitor (C) dengan nilai masing-masing adalah 1 nF. Resistor 1 k $\Omega$ , diukur menggunakan dua buah multimeter pada sisi input dan output dari rangkaian yang menunjukkan angka input 0.5 Vrms, pada 915 MHz, dan output berupa tegangan DC 4.24 volt.

### 3.3 Rangkaian Powerharvester

Berdasarkan skema rangkaian pada Gambar 2 komponen utama *powerharvester* yaitu IC P2110, RF input terhubung dengan antenna mikrostrip yang telah dirancang, bekerja sesuai dengan *datasheet* yaitu pada frekuensi 915 MHz. Selain komponen utama tersebut terdapat komponen pendukung berupa kapasitor  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  dan resistor  $R$ . penentuan nilai kapasitor sesuai dengan persamaan 13, serta penentuan nilai resistor pada persamaan 14 dan 15. Secara berurutan nilai  $C_1$ ,  $C_2$ , dan  $C_3$  adalah 100nF, 1000uF, dan 6800uF. Sedangkan untuk resistor menggunakan jenis variabel resistor agar dapat diatur sedemikian hingga pada saat proses pengukuran. Untuk memperoleh hasil parameter input dan output dari rangkaian ini diperlukan persamaan Friis.

$$P_r = P_t G_t G_r \left( \frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \quad (6)$$

$P_r$  adalah *power received* dari antenna,  $P_t$  adalah daya total yang dikirim ke antenna pemancar,

$G_t$  adalah Gain transmit antenna,  $G_r$  adalah Gain receive antenna,  $\lambda$  adalah panjang gelombang,  $R$  adalah jarak antenna pada masing-masing node terhadap *base station*.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Desain antenna *microstrip* hasil simulasi menggunakan perangkat lunak CST menunjukkan hasil yang sudah sesuai dengan parameter yang dibutuhkan dalam rangkaian pemanenan gelombang elektromagnetik pada frekuensi GSM 900 MHz, hasil analisis nilai VSWR yang memenuhi syarat bernilai kurang dari dua yaitu pada rentang frekuensi 910 - 919,6 MHz dan bandwidth sekitar 9,6 MHz. Frekuensi tengah yang diperoleh tepat pada frekuensi kerja 915 MHz dengan VSWR 1,14. Nilai *return loss* yang memenuhi syarat bernilai kurang dari -10 dB yaitu pada rentang frekuensi 910 - 919,6 MHz dan bandwidth sekitar 9,6 MHz. Frekuensi tengah yang diperoleh tepat pada frekuensi kerja 915 MHz dengan *return loss* -23,57 dB. Serta Gain antenna 3,29 dBi.

Desain simulasi rangkaian *rectifier multiple stage* menunjukkan hasil pengukuran menurut simulasi pada perangkat lunak Multisim, hasil nilai tegangan input 0.5 Vrms, 915 MHz menghasilkan tegangan output DC 4.244 volt.

Perolehan yang berdasarkan pada estimasi perhitungan dari persamaan 6, dengan input gain 3,29 dBi, pada frekuensi 915 MHz seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3.

## 5. Kesimpulan

Berdasar hasil simulasi CST, desain antena sudah memenuhi syarat untuk bisa digunakan dalam pemanenan energi gelombang elektromagnetik pada frekuensi GSM.

Hasil simulasi rangkaian *rectifier multiple stage* pada multisim menghasilkan tegangan yang sesuai untuk perangkat berdaya rendah.

Rangkaian powerharvester IC P2110 dapat melakukan pemanenan energi meski hasilnya kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H.M Gamal, M.A Saad, R. Guindi, ” *Novel Radio Frequency Energy Harvesting*,”. IEEE International Power Engineering and optimization Conference, June, 2012.
- [2] W. C. Brown, ”*The history of power transmission by radio waves*, ”. IEEE Trans, Microwave Theory Tech vol. 32, no. 9, pp. 1230-1242, Sept. 1984.
- [3] Balanis, Constantine, ” *Antenna Theory Analysis and Design*, ”. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA, 3rd edition, 2005.
- [4] <http://www.powercastco.com/PDF/P2110-datasheet.pdf>

# ANALISIS EFISIENSI DINAMIK PADA PESAWAT QUADROTOR UNTUK SISTEM MOTOR PENGGERAK DAN *PROPELLER* SEBAGAI LANDASAN PENENTUAN *PAYLOAD*

Yohanes Gunawan Yusuf

Jurusan Teknik Elektro, UNIVERSITAS SURABAYA, Surabaya

Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya

083849355011

E-mail : yohanesgunawan@yahoo.com, yohanesgunawan@ubaya.ac.id

## Abstrak

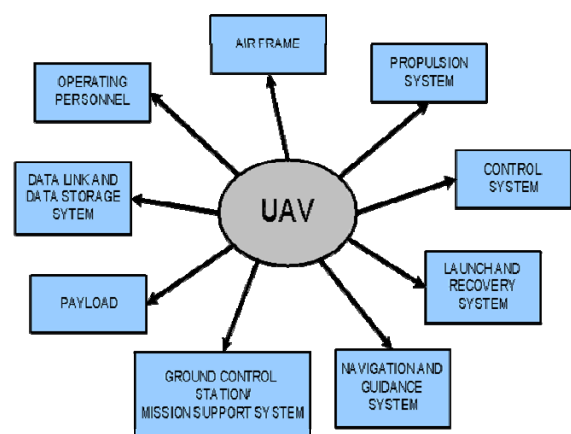
Pesawat Quadrotor adalah salah satu dari pesawat multirotor dengan 4 rotor, tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle* / UAV), bertenaga *battery* yang dapat dikendalikan secara manual ataupun autonomous tanpa kabel (*wireless*). Sumber tenaga pada pesawat Quadrotor adalah *Battery* jenis Lithium Polymer yang mempunyai keterbatasan daya (power), dan energi dari *battery* inilah yang digunakan untuk memutar rotor (*brushless motor*) dan baling-baling (*propeller*) yang ada pada setiap rotornya untuk membuat daya angkat keatas (*thrust*). Keterbatasan daya *battery* akan memunculkan issue efisiensi. Fokus bahasan makalah ini adalah analisis efisiensi pada sistem Quadrotor, yang membandingkan gaya angkat keatas terhadap daya inputnya berupa daya listrik dari *battery*. Analisis efisiensi dilakukan dengan membandingkan secara dinamik berbagai macam motor, *propeller* terhadap berbagai macam beban (*payload*) yang diangkat. Semakin efisien sistem Quadrotor akan membuat semakin lama waktu terbangnya dan jauh jarak tempuh yang bisa dilakukan. Tujuan makalah ini adalah dapat menentukan sebuah kesimpulan model atau prototype Quadrotor yang paling efisien dengan rotor dan *propeller* nya yang akan dirancang untuk mengangkat beban yang spesifik.

Kata Kunci: Quadrotor, UAV, Efisiensi, Payload, Motor, Propeller

## 1. Pendahuluan

Pesawat Quadrotor banyak diteliti sebagai obyek penelitian dalam dunia pendidikan baik di Indonesia maupun di dunia. Ruang lingkup penelitian dan penggunaan multi-rotor ini sangat luas, seperti untuk pemantauan kebakaran hutan, trafik lalulintas, survey daerah perbatasan, pemetaan suatu daerah, riset lingkungan, kepentingan militer dan sebagainya [1]. Tantangan masalah yang dihadapi UAV juga cukup banyak, sehingga topik penelitian dengan objek ini juga bervariasi dan dikembangkan dalam bidang sistem kontrol, aerodinamika, *image processing*, telemetri dan teknologi komunikasi data antara pesawat dengan pusat kendalinya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Dari banyak fokus penelitian pada bidang Quadrotor, salah satu fokus adalah sistem efisiensi dari sistem *airframe* dan *payload* dari Quadrotor tersebut. Hal inilah yang menjadi fokus pada makalah ini.



Gambar 1. Obyek penelitian UAV



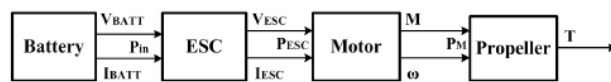
## 2. Model, Analisa, Desain dan Implementasi

Topik penelitian dengan Quadrotor ini merupakan salah satu cabang dari pohon penelitian yang ada di Jurusan Teknik Elektro Universitas Surabaya (UBAYA) dalam mengembangkan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV).

Pada makalah ini fokus yang menjadi pilihan topik penelitian adalah bagaimana membuat sebuah sistem Quadrotor yang efisien. Pemilihan rotor, dan propeler yang sesuai akan menghasilkan Quadrotor yang efisien dalam menggunakan energinya untuk menghasilkan daya angkat keatas (*thrust*). Analisis efisiensi pada sistem Quadrotor, dilakukan dengan cara membandingkan daya output yang dihasilkan, berupa daya angkat keatas yang dilakukan oleh *brushless-motor* dengan *propeller* nya terhadap daya inputnya. Daya input berasal dari sumber daya listrik *battery* Lithium Polimer (LiPo).

### A. Model Transfer Daya Quadrotor

Pada sistem Quadrotor, energi listrik dari *battery* akan diubah menjadi energi mekanik yang berupa daya angkat keatas [1] untuk wahana dan beban yang terpasang (*payload*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Transfer Daya pada Quadrotor [1]

Daya input berasal dari sumber daya DC *Battery* LiPo yang ditunjukkan pada Persamaan (1)

$$P_{batt} = V_{batt} \times I_{batt} \quad (1)$$

ESC adalah Electronic Speed Controller, perangkat yang akan mengkonversi daya listrik DC dari *Battery* menjadi daya listrik AC 3 fase dalam bentuk Quasi Three Phase. ESC akan menerima Pulse Width Modulation (PWM) untuk kanal throttle. Besarnya duty-cycle PWM ini yang akan menentukan besarnya daya AC 3 fase yang akan diberikan ke rotor (yang berupa *Brushless-Motor*). Besarnya daya AC (rms) yang dihasilkan ESC ditunjukkan pada Persamaan (2)

$$P_{ESC}(RMS) = V_{ESC}(RMS) \times I_{ESC}(RMS) \quad (2)$$

Brushless-Motor akan mengubah daya listrik 3 fasenya menjadi momen puntir / torsi ( $M$ ) dalam satuan N.m dan putaran sudut ( $\omega$ ) dalam satuan rad/s pada shaft motornya. Persamaan daya untuk

torsi motor ditunjukkan pada Persamaan (3)

$$P_M = M \times \omega \quad (3)$$

*Propeller* pada bagian akhir akan menkonversi torsi ( $M$ ) dan kecepatan sudut ( $\omega$ ) itu menjadi gaya angkat (*thrust*)  $T$  dalam satuan N atau kgm. Jadi pemilihan *Brushless Motor* dan *Propeller* yang tepat menjadi sangat penting dalam menjadikan platform UAV yang efisien untuk beban *payload* tertentu.

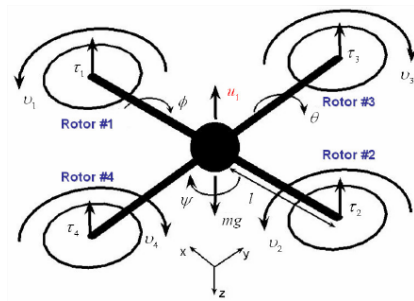
Efisiensi dilakukan dengan membandingkan energi *battery* yang diperlukan untuk gaya angkat nya  $T$ . Semakin sedikit energi yang dibutuhkan untuk mengangkat gaya keatas  $T$ , semakin efisien sistem Quadrotor tersebut.

Energi *battery*  $W$ , dalam satuan Ah, atau mAh, yang dibutuhkan untuk melakukan *thrust* ditunjukkan pada Persamaan (4)

$$W_{batt} = I_{batt} \times time \quad (4)$$

### B. Model Quadrotor

Quadrotor hanya dikontrol dengan kecepatan putar dari setiap rotor dengan *propellernya*. Variasi dari kecepatan setiap rotornya menentukan arah gerak, manuver dan daya angkatnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Quadrotor [5]

Total gaya angkat  $T$  adalah jumlahan masing-masing daya angkat dari keempat rotornya. Quadrotor akan dapat melakukan manuver melayang (*hover*) apabila total gaya angkatnya  $T$  sama dengan gaya berat ( $W_{total}$ ) totalnya seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (5).

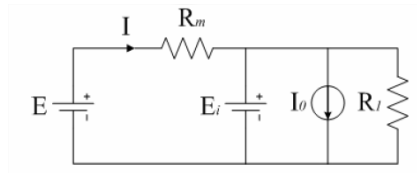
$$hover \rightarrow T = W_{total} = m \times g \quad (5)$$

### C. Model Brushless Motor

*Brushless Motor* adalah motor yang paling banyak digunakan pada sistem Quadrotor. *Brushless* motor mempunyai keunggulan [3]: power density

yang baik, sangat efisien karena tidak banyak daya yang hilang seperti pada motor yang brushed, reliabel dan berumur panjang (awet), tidak bising, bisa mencapai putaran tinggi ( $>1000\text{Kv}$ ), tidak panas, dan sebagainya.

Model *Brushless* motor dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 4. [1]



Gambar 4. Model *Brushless* Motor [1]

Dimana:

$E$  dan  $I$  : egegan dan Arus DC *Battery*.

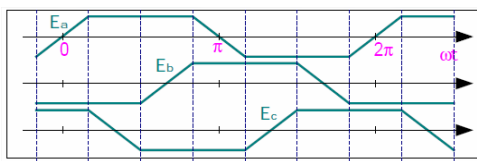
$E_i$  : Tegangan Back-EMF

$I_o$  : Arus tanpa beban saat  $E=0$  volt

$R_m$  : tahanan dalam gabungan ESC dan kumparan motor

$R_l$  : tahanan arus Eddy

Tegangan Back-EMF  $E_i$  adalah tegangan DC yang masuk ke tiga kumparan motor yang masing-masing berbeda fase 120 derajat [4], seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tegangan Back-EMF[4]

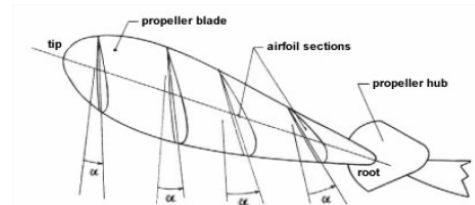
Besarnya putaran sudut dalam satu menitnya ( $N$  dalam satuan RPM) pada shaft motor, berbanding lurus dengan besarnya tegangan Back-EMF ( $E_i$ ) dan konstanta  $K_v$  untuk motor tersebut seperti ditunjukkan pada Persamaan (6).

$$K_v = \frac{N}{E_i} \quad (6)$$

Jadi konstanta  $K_v$  yang tercantum pada spesifikasi *brushless* motor menunjukkan nilai putaran per menit nya (RPM) untuk setiap kenaikan 1 volt DC yang diberikan pada motor. Misal motor dengan spesifikasi 1000 Kv diberi tegangan Lithium Polimer 11 volt, maka motor tersebut akan berputar dengan kecepatan sudut  $11 \times 1000 = 11000$  putaran dalam 1 menit nya.

## D. Model *Propeller*

*Propeller* yang digunakan dalam penelitian dalam makalah ini adalah jenis *propeller* yang mempunyai pitch yang tetap (fixed pitch) yang mempunyai sudut  $\alpha$  tertentu sepanjang bilah *propeller* nya. Besarnya sudut ini akan menentukan besarnya jarak (pitch) yang dapat ditempuh *propeller* di udara dalam satu putarannya [2]. Gambar 6 menunjukkan model geometri dari *propeller*. Contoh *propeller* yang bernotasi 10x4.5 menunjukkan diameter *propeller* tersebut 10 inch, dan dapat menempuh 4.5 inch diudara untuk satu putaran revolusinya.

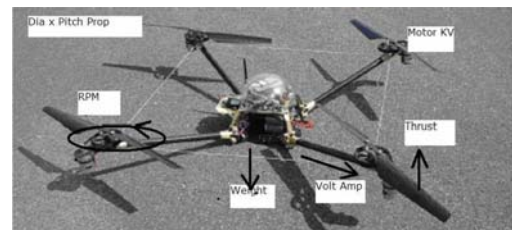


Gambar 6. Model Geometri *Propeller*[2]

Semakin besar diameter, akan membutuhkan daya semakin besar untuk *propeller* dapat berotasi. Demikian juga semakin besar nilai pitch juga akan membutuhkan semakin besar daya untuk memutarkannya. Jadi pemilihan *propeller* yang sesuai akan menjadi hal yang penting dalam dalam menjadikan platform quadrotor efisien untuk beban *payload* tertentu.

## E. Analisis dan Metodologi

Ada banyak parameter yang dipakai dalam penelitian ini. Parameter input berupa tegangan, arus dan daya *battery* yang digunakan, dimensi dan berat total dari pesawat. Parameter output adalah motor (type, watt, KV, dimensi), jenis *propeller*, diameter dan pitch dari *propeller*, waktu durasi terbang hover, dan daya angkat keatasnya. Gambar 7 menunjukkan parameter yang ada akan dianalisis pada Quadrotor



Gambar 7. Parameter penelitian pada Quadrotor

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan metodologi sebagai berikut:

1. Persiapan platform wahana, frame dasar wahana, variasi komponen utama dan variasi komponen penunjang nya.

2. Frame dasar wahana dirangkai dan dilengkapi dengan *Battery*, *Receiver*, *Stabilizer Control Board*, *ESC*, *Telemetry* serta soket untuk motor dan *propeller*.
3. Dilakukan penimbangan untuk berat masing masing motor dan berat wahana (tanpa *payload*)  $W_{total} = W_0$  dari sistem Quadrotor.
4. Dipasang satu jenis tipe motor  $MO_1$ , kemudian dipasang *propeller*  $PR_1$  dengan diameter dan pitch tertentu pada motor.
5. Dilakukan uji terbang dengan manuver hover untuk durasi waktu (time) selama 60 detik dengan ketinggian lebih dari 1 meter dari landasan.
6. Mencatat dengan melihat data berbagai macam hasil parameter input dan parameter outputnya menggunakan telemetry
7. Mengganti *propeller*  $PR_1$  jenis ke dua  $PR_2$  dan mengulang langkah 5-6.
8. Mengganti *propeller*  $PR_2$  jenis ke tiga  $PR_3$  dan mengulang langkah 5-6.
9. Mengganti motor  $MO_1$  dengan motor kedua  $MO_2$ , dan mengulang langkah 4-8.
10. Mengganti motor  $MO_2$  dengan motor ketiga  $MO_3$ , dan mengulang langkah 4-8.
11. Menambah beban *payload*  $W_1$  pada wahana sehingga  $W_{total} = W_0 + W_1$  dan mengulang langkah 4-10.
12. Menambah beban *payload*  $W_2$  pada wahana sehingga  $W_{total} = W_0 + W_1 + W_2$  dan mengulang langkah 4-10.
13. Melakukan analisis efisiensi, rekapitulasi tabulasi dan grafis dari semua variansi parameter berdasarkan hasil pengukuran yang didapatkan menggunakan analisis statistik yang diperlukan.

## F. Implementasi

Berikut ini adalah piranti beserta spesifikasi yang digunakan untuk menyelesaikan metodologi seperti dijelaskan pada point E.

Wahana: Quadrotor, tipe X, diameter 450 mm

Flight Controller and Stabilizer: KK 2.0

Radio Transmitter dan Receiver: Turnigy 9xR

Telemetry: Quantum

ESC: Turnigy Plush 30 A

Battery: Lithium Polimer 2200 mAh, 3 cell

Motor :  $MO_1$ ) PropDrive 2826, 1200 Kv @4 buah,

$MO_2$ ) PropDrive 2826, 1000 Kv @4 buah,

$MO_3$ ) PropDrive 2836, 750 Kv @ 4 buah.

*Propeller* :  $PR_1$ ) SlowFlyer 8 x 4.7 @ 4 buah

$PR_2$ ) SlowFlyer 9 x 4.5 @ 4 buah

$PR_3$ ) SlowFlyer 10 x 4.5 @ 4 buah

*Payload* :  $W_0=1065$  gr,  $W_1=223$  gr,  $W_2=190$  gr

Bentuk wahana Quadrotor dan manuver implementasi saat hover dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Wahana Quadrotor



Gambar 9. Manuver hover

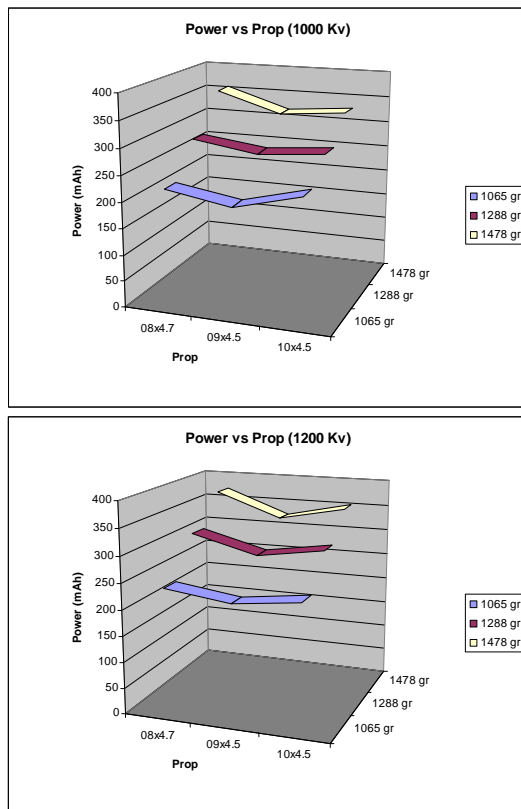
## 3. Hasil

Berdasarkan langkah-langkah yang dilakukan pada tahapan metodologi, dicatat semua hasil dari penunjukkan data telemetry dan pencatatan waktu pada radio transmitter. Berikut ini adalah sebagian tabel dari hasil rekapitulasi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Pengukuran  $MO_2$  (1000 Kv)

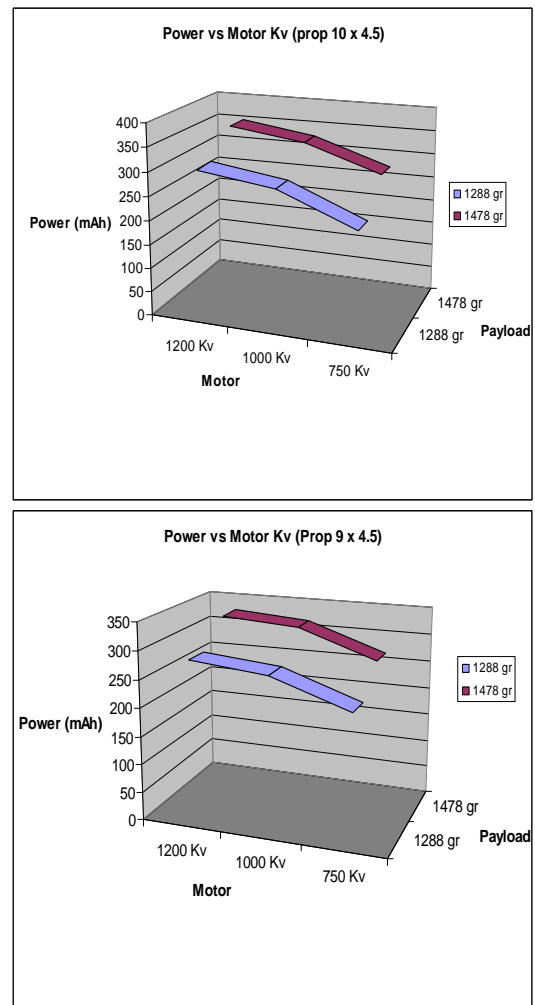
Propeller	W-total	I-Amp	C. Power	P (mAh)
08x4.7	1065	13	216.66	220
09x4.5	1065	12.5	208.33	200
10x4.5	1065	14	233.33	232
08x4.7	1288	17	283.33	285
09x4.5	1288	16	266.67	267
10x4.5	1288	17	283.33	278
08x4.7	1478	21.5	358.33	358
09x4.5	1478	20	333.33	318
10x4.5	1478	20	333.33	330

Tabel ini menunjukkan hasil yang didapatkan dari MO2 (1000 Kv) untuk berbagai macam payloadnya. Kolom parameter 'W-total' adalah jumlahan berat wahana tanpa beban  $W_0=1065$  gr, dengan payload  $W_1=223$  gr (menjadi 1288 gr), serta payload  $W_2=190$ gr (menjadi 1478 gr) seperti yang ditunjukkan Tabel 1. dalam melakukan manuver hover selama 60 detik untuk variasi perbagai macam *propeller* dan *payload* nya. Parameter yang diukur adalah arus I (dalam Ampere) dan Power P (dalam mAh). C-Power adalah hasil perhitungan daya untuk hover 1 menit sbg referensi. Parameter yang diatur adalah jenis *Propeller* dan *Payload* ( $W_{total}=W_0+W_1+W_2$ ) nya. Hasil dari tabel ini direkapitulasi dalam sebuah rekap tabel gabungan yang nantinya dapat di analisis dan di buat grafik hasil visualisasi data yang terekam. Berikut ini adalah sebagian grafik yang tercipta dari informasi data yang masuk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Grafik Power vs *Propeller* untuk variasi *payload*

Dari grafik Gambar 10 menunjukkan hasil percobaan daya (power) yang diserap dari *battery* untuk satu jenis motor, dengan berbagai macam variasi *propeller* dan untuk berbagai macam *payload* yang di berikan pada quadrotor.



Gambar 11. Grafik Power vs Motor Kv untuk variasi *payload*

Sedangkan grafik Gambar 11 menunjukkan hasil percobaan daya (power) yang diserap dari *battery* untuk satu jenis *propeller*, dengan berbagai macam variasi motor dan untuk berbagai macam *payload* yang di berikan pada quadrotor.

Dari berbagai macam tampilan grafik dan tabel yang sudah ada, penulis dapat menyimpulkan hal-hal yang terkait dengan efisiensi dari sebuah sistem Quadrotor, khususnya efisiensi yang terkait dengan pemilihan *brushless* motor dan *propeller* yang digunakan.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari semua percobaan yang dilakukan dan hasil rekam telemetry yang ada, dapat disimpulkan bahwa:

Daya angkat quadrotor untuk *payload* tertentu sebanding dengan daya atau energi yang dibutuhkan dari *battery*. Semakin besar *payload*

semakin besar pula mAh yang dibutuhkan dari *battery*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.

Efisiensi quadrotor sangat dipengaruhi oleh pemilihan jenis *brushless* motor dan *propeller* yang dipasang. Hal ini ditunjukkan dengan perbedaan mAh yang cukup signifikan untuk setiap perubahan pemilihan motor dan *propeller* nya. Pada Tabel 1 atau Gambar 10 terlihat, untuk sistem quadrotor yang di implementasikan, penggunaan motor 1000 Kv dengan pasangan *propeller* 9x4.5 membutuhkan daya listrik yang paling kecil untuk variasi *payload* yang ada. Sehingga untuk kondisi paling efisien untuk sistem quadrotor dalam percobaan ini adalah dengan menggunakan motor dan *propeller* tersebut.

Pada Gambar 10 terlihat bahwa penggunaan daya *battery* akan menurun mencapai titik minimum dan akan naik kembali seiring dengan kenaikan diameter dari *propellernya* (membentuk huruf V). Hal ini menunjukkan titik minimum tersebut adalah titik yang paling efisien untuk motor dan *payload* tertentu.

Kombinasi pasangan motor – *propeller* yang dipasang juga sangat berpengaruh dalam pemakaian daya *battery* (mAh) dan juga sangat berpengaruh dalam karakteristik, kestabilan dan kelincahan (*agility*) manuver dari quadrotor pada saat diterbangkan secara dinamik.

Motor dengan spesifikasi 750 Kv, mempunyai rotasi yang lebih kecil dari motor dengan 1000 Kv atau 1200 Kv. Motor jenis 750 Kv akan membutuhkan lebih sedikit daya atau energi yang lebih sedikit untuk memutar *propeller* nya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Semakin kecil nilai Kv membutuhkan daya yang lebih kecil dari *battery*. Tetapi untuk mengantisipasi putaran yang rendah ini, motor jenis 750 Kv harus dipasangkan dengan *propeller* dengan diameter dan pitch yang besar, supaya efektif dapat menghasilkan gaya angkat keatas yang sesuai dengan *payload* yang ada.

Motor dengan Kv tinggi (1200 Kv) yang dipasangkan dengan *propeller* dengan diameter dan pitch yang kecil (8 x 4.7) akan menghasilkan sistem quadrotor yang jauh stabil dan lincah. Untuk

kestabilan dan kelincahan ini membutuhkan daya listrik yang lebih besar.

Motor dengan Kv rendah (750 Kv) yang dipasangkan dengan *propeller* dengan diameter dan pitch yang besar (10 x 4.5) akan menghasilkan sistem quadrotor yang hemat energi, tetapi tidak bisa memberikan kestabilan dan kelincahan seperti menggunakan motor dengan Kv tinggi.

Harapan yang diinginkan penulis dalam makalah ini adalah dapat memberikan kontribusi dibidang penelitian UAV, khususnya quadrotor serta menghasilkan sistem quadrotor yang efisien, sehingga dapat lebih menghemat energi *battery* dan dapat melakukan manuver dengan waktu yang lebih lama. Banyak sisi-sisi lain yang bisa dan sedang dilakukan dalam penelitian UAV yang belum dilakukan dan yang sedang dilakukan penulis bersama team di Telecommunication Network Design - Jurusan Teknik Elektro – UBAYA.

## Daftar Pustaka

- [1] Darren Lance Gabriel, John Meyer, Francois du Plessis “*Brushless DC Motor Characteristic and Selection for Fixed Wing UAV*”, IEEE Africon 2011 – The Falls Resort and Conference Center, Livingstone, Zambia, 2011.
- [2] Yogianandh Naidoo, Riaan Stopforth, “*Rotor Aerodynamic Analysis of a Quadrotor for Thrust Critical Applications*”, 4<sup>th</sup> Robotics and Mechatronics Conference of South Africa (ROBMECH), South Africa, Nov 2011.
- [3] Ronald De Four, Emily Romoutar, Juliet Romeo, Brian Copeland, “*Operational Characteristics of DC Brushless Motors*”, Ronald De Four, Trinidad, 2007.
- [4] Gui Jia and John W. MCKeever, Kelly S. Samons, , “*Design of PM Brushless Motor Drive for Hybrid Electrical Vehicle Application*”, Oak Ridge National Laboratory.
- [5] Ian D. Cowling, Oleg A. Yakimenko, James F. Whidborne, and Alastair K. Cooke, “*A Prototype of an Autonomous Controller for a Quadrotor UAV*”, 2006

## CURRICULUM VITAE

1. Nama Lengkap Yohanes Gunawan Yusuf
2. Pekerjaan/ Jabatan Dosen / Lektor Kepala 400
3. Instansi Fakultas Teknik,  
Universitas Surabaya
4. Tempat, Tanggal Lahir Surabaya, 5 Agustus 1961
5. Jenis Kelamin Laki-laki
6. Status Perkawinan Kawin
7. Alamat Kantor Jurusan Teknik Elektro,  
Fakultas Teknik  
Jl. Raya Kalirungkut Surabaya  
Kode Pos: 60293  
Telepon/Fax/HP: 2981157/2981151  
Email :  
[yohanesgunawan@ubaya.ac.id](mailto:yohanesgunawan@ubaya.ac.id),  
[yohanesgunawan@yahoo.com](mailto:yohanesgunawan@yahoo.com)
8. Alamat Rumah Simpang Darmo Permai Utara  
IX-8, Surabaya  
Kode Pos: 60226  
Telepon/HP: 031-7314481  
083849355011



# PENGINDERAAN SPEKTRUM MENGGUNAKAN *SEMIBLIND DETECTION* PADA SISTEM RADIO KOGNITIF DENGAN SKEMA KOOPERATIF

Zaini<sup>(1)</sup>, Wirawan<sup>(2)</sup>

<sup>(1)(2)</sup> *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

*Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111*

*Email : ab4\_faruq@yahoo.co.id<sup>(1)</sup>, wirawan@ee.its.ac.id<sup>(2)</sup>*

## Abstrak

Informasi tentang daya sinyal dan daya *noise* sangat penting untuk mendeteksi keberadaan spektrum pada penginderaan spektrum (*spectrum sensing*) dalam sistem radio kognitif. Bila metode deteksi hanya membutuhkan salah satu dari dua informasi tersebut dikenal dengan *semiblind detection*. Pada penelitian ini diusulkan metode deteksi, yaitu deteksi energi (*energy detection*) untuk mendeteksi kehadiran *primary user* (pengguna utama) didasarkan pada daya sinyal saja. Kinerja metode deteksi diukur dengan probabilitas deteksi. Untuk meningkatkan probabilitas deteksi pada penerima yang mengalami *shadowing* dan penerima yang diluar jangkauan daya pancar, maka diterapkan skema kooperatif. Hasil simulasi menunjukkan bahwa probabilitas deteksi pada metode deteksi energi yang menerapkan skema kooperatif lebih baik daripada metode deteksi energi yang tidak menerapkan skema kooperatif diantara penerimanya

Kata kunci : Sistem radio kognitif, *spectrum sensing*, deteksi energi, probabilitas deteksi, skema kooperatif.

## I. Pendahuluan

Pada sistem komunikasi *wireless* (tanpa kabel/nirkabel), spektrum frekuensi memegang peranan penting sebagai media pembawa informasi antara dua *user* yang saling berkomunikasi (pemancar dan penerima) pada jarak tertentu. Semakin maju teknologi perangkat nirkabel, juga semakin beragamnya informasi (suara, data, gambar, video) yang dilewatkan pada spektrum frekuensi, mengakibatkan kebutuhan jalur frekuensi (*band frequency*) juga semakin lebar/meningkat. Sementara itu, sumber daya spektrum merupakan sumber daya yang terbatas (karena keterbatasan perangkat). Oleh karena itu perlu untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya spektrum yang ada sekarang.

Pemberdayaan dan pengalokasian sumber daya spektrum secara umum telah diatur penggunaannya oleh badan dunia seperti *International Telecommunication Union* (ITU), seperti IEEE802.22 *standard* untuk TV digital. Sementara itu, di setiap negara juga terdapat badan yang mengatur pengalokasian dan pemanfaatan spektrum frekuensi. Namun berdasarkan pemantauan badan-

badan tersebut misalnya *Federal Communication Commission* (FCC) di Amerika Serikat dan *Ofcom* di Inggris menemukan bahwa ada sejumlah jalur/kanal frekuensi yang telah diberikan wewenang dalam pemanfaatannya tetapi tidak digunakan sepenuhnya pada waktu dan tempat yang ditetapkan. Dari sinilah ide pemanfaatan spektrum kosong tersebut muncul. Ketika pengguna utama tidak memanfaatkan band frekuensinya, maka pengguna sekunder dapat memakainya supaya pemanfaatannya (*utility*) meningkat dan efisien. Permasalahan inilah yang sekarang dikenal sebagai radio kognitif (*cognitive radio*). *Spectrum sensing* dalam sistem radio kognitif merupakan pekerjaan mendasar.

Radio kognitif (*cognitive radio* atau CR) pertama kali diperkenalkan istilahnya oleh Joseph Mitola III yang menyebutnya sebagai perpaduan antara teknologi nirkabel personal dengan kecerdasan komputasi, kemudian memberinya definisi, “sebuah radio yang benar-benar cerdas (*smart*) yang memiliki kesadaran diri (*self-aware*), kesadaran RF (*RF-aware*), pengguna peduli (*user-aware*) yang akan mencakup teknologi bahasa dan visi mesin yang mempunyai pengetahuan yang tinggi terhadap lingkungan radio” [11]. Sedangkan



menurut Haykin, CR didefinisikan sebagai sebuah radio yang mempunyai kepedulian akan lingkungan sekelilingnya, belajar, dan beradaptasi merubah parameter operasinya secara *real time* dengan tujuan menyediakan kapanpun, dimanapun spektral frekuensi yang efisien.

Pada spektrum sensing, terdapat beberapa metode yang telah diusulkan [12] yang dalam penerapannya bisa dibagi menjadi tiga kategori yaitu: (a) metode yang mengharuskan informasi sumber sinyal dan daya derau (noise) yaitu *Likelihood Ratio Test* (LRT), *Cyclostationary Detection* (CSD) dan *Match Filter* (MF), (b) metode yang mengharuskan informasi daya derau atau daya sinyal saja (*semibind detection*) yaitu *Energy Detection* (ED) dan *wavelet based sensing*, dan (c) metode yang tidak mengharuskan informasi keduanya (*totally blind detection*) yaitu *eigenvalue-based sensing*, *covariance-based sensing* dan *blindly combined energy detection*. Sedangkan faktor yang membuat tantangan *spectrum sensing* dalam prakteknya, pertama diharuskan *signal to noise ratio* (SNR) untuk deteksi serendah mungkin. Kedua, *multipath fading* dan *time dispersion* dari kanal nirkabel mempersulit masalah deteksi. *Multipath fading* menyebabkan daya sinyal berfluktuasi sebesar 30 dB. Dan ketiga, level derau/interferensi yang dapat berubah terhadap lokasi dan waktu, dimana daya derau yang tidak menentu (*uncertainty*) adalah masalah untuk deteksi.

Pada penelitian ini, secara umum kondisi penerima (dalam hal ini *secondary user* atau *cognitive radio* (CR)) dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu penerima yang dapat menerima sinyal *primary user* (PU) dengan baik karena masih dalam radius daya pancar, kemudian penerima yang sebenarnya masih dalam radius daya pancar PU akan tetapi mengalami faktor hidden terminal atau shadowing, dan selanjutnya posisi penerima memang diluar jangkauan daya pancar PU. Kondisi ketiga penerima ini tentunya mempengaruhi hasil sensing mereka terhadap keberadaan PU. Untuk mendeteksi keberadaan PU hanya mengandalkan salah satu informasi dari sinyal *primer* diusulkan deteksi energi dan akan menjadi kandidat terkuat metode deteksi pada sistem *cognitive radio* (CR).

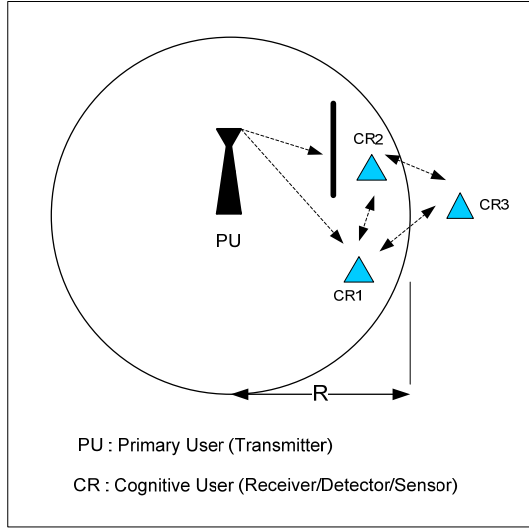
Tujuan utama dari penelitian ini untuk mendeteksi keberadaan spektrum frekuensi yang kosong pada band frekuensi *global for mobile communication* (GSM) band 900, selain itu adalah untuk mengetahui pengaruh SNR ( $E_b/N_0$  atau *energy bit to noise*), probabilitas deteksi terhadap penerima yang mengalami shadowing dan yang posisinya jauh dari pemancar. Kontribusinya diharapkan untuk pengayaan khasanah pengetahuan

akan metode yang baik untuk mendeteksi sinyal pada SNR yang rendah. Selain itu, menurut sepengetahuan penulis penelitian dibidang CR di Indonesia masih jarang dilakukan, padahal teknologi ini diharapkan penerapannya untuk mengatasi utilisasi spektrum yang rendah pada masa sekarang dan akan datang, yang diprediksi terhadap pemakaian teknologi nirkabel meningkat tajam.

## II. Pemodelan Sistem

Model sistem yang digunakan dalam penelitian ini diasumsikan terdiri atas satu pemancar primer (PU), tiga penerima sekunder (CR) yang diasumsikan sebagai berikut yaitu satu penerima dapat menerima sinyal primer dengan baik (CR1) karena masih dalam radius (R) daya pancar, satu penerima (CR2) tidak dapat menerima sinyal karena terhalang (hidden terminal atau shadowing) dan penerima ketiga (CR3) tidak menerima sinyal karena diluar jangkauan daya pancar atau sensitivitasnya lebih besar daripada daya yang diterima, seperti pada gambar 1. Sedangkan model derau kanal diasumsikan *additive white Gaussian noise* (AWGN) dengan kondisi kanal mengalami *multipath fading*, dimana tidak ada sinyal yang secara langsung sampai ke penerima, dengan demikian diasumsikan distribusinya mengikuti distribusi Rayleigh. Disisi penerima, masing-masing CR1, CR2 dan CR3 dapat saling berkomunikasi atau dapat saling menukarkan informasi hasil sensing diantara mereka.

Pemancar primer diasumsikan bekerja pada spektrum *global system for mobile communication* (GSM) pada frekuensi 900 MHz atau GSM900. Oleh karena itu, frekuensi *band* yang diamati yaitu *frekuensi downlink* yang mempunyai rentang 935-960 MHz, dimana setiap kanal memiliki *bandwidth* 200 KHz. Tiap-tiap kanal mengandung 8 *time slot* (TS) atau satu *frame*, sementara tiap TS terdiri dari 156,25 bit, namun bit yang terisi hanya 148 bit karena sisanya merupakan *guard bit*.

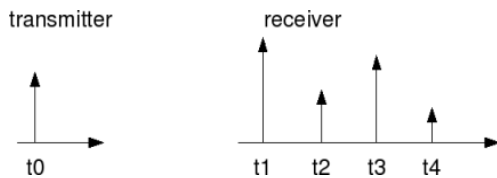


**Gambar 1. Model Sistem yang diusulkan**

Deteksi spektrum *sensing* diasumsikan pada daerah *urban* (kota besar), dimana sinyal yang sampai ke penerima terdiri dari banyak jalur (*multipath*), oleh karena itu kanalnya dimodelkan sebagai terdistribusi Rayleigh (*Rayleigh channel*). pada penerima dapat diasumsikan memiliki banyak antenna ( $Nr$ ), komunikasi antara pemancar dan penerima seperti *single input multiple output* (SIMO) pada sistem komunikasi antenna jamak, pemodelan kanal SIMO menggunakan metode *maximal ratio combining* (MRC). Selanjutnya, daya pancar sama untuk semua arah (*omni directional*) dengan letak pemancar berada ditengah *cell*. Ukuran sel diasumsikan dalam ukuran *micro cell* dengan jarak jangkauan daya pancar 400-2000 meter.

#### *Multipath channel*

Pada sebuah lingkungan yang *multipath* (banyak jalur), sebuah impuls yang ditransmisikan dari pemancar (*transmitter*) akan mencapai penerima (*receiver*) sebagai *impuls train* (deretan impuls). Pada gambar 2, sebuah impuls yang dipancarkan saat  $t_0$ , akan mencapai penerima dari bermacam-macam jalur dan sampai dipenerima pada waktu  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ , dengan jumlah yang tak terhingga.



**Gambar 2. Respon impuls dari kanal multipath**

Bila sinyal bandpass mempunyai persamaan berikut,

$$s(t) = \Re\{s_b(t)e^{j2\pi f_c t}\} \quad (1)$$

dimana,

$s_b(t)$  adalah sinyal baseband

$f_c$  adalah frekuensi pembawa (carrier)

$t$  adalah waktu

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, sinyal yang ditransmisikan mencapai penerima melalui banyak jalur dimana jalur ke- $i$  ( $i^{th}$ ) memiliki redaman  $\alpha_i(t)$  dan delay  $\tau_i(t)$ . Sinyal yang diterima adalah

$$x(t) = \sum_i \alpha_i(t) s[t - \tau_i(t)] \quad (2)$$

Dengan memasukkan persamaan 3.5 ke dalam persamaan 3.6, maka

$$x(t) = \Re\left\{\sum_i \alpha_i(t) s_b[t - \tau_i(t)] e^{j2\pi f_c [t - \tau_i(t)]}\right\} \quad (3)$$

Sehingga persamaan baseband dari sinyal yang diterima adalah

$$\begin{aligned} x_b(t) &= \sum_i \alpha_i(t) e^{-j2\pi f_c \tau_i(t)} s_b[t - \tau_i(t)] \\ &= \sum_i \alpha_i(t) e^{-j\theta_i(t)} s_b[t - \tau_i(t)] \end{aligned} \quad (4)$$

dimana  $\theta_i(t) = 2\pi f_c \tau_i(t)$  adalah phase dari jalur ke- $i$ . Sehingga respon impuls menjadi

$$h_b(t) = \sum_i \alpha_i(t) e^{-j\theta_i(t)} \quad (5)$$

Fase dari setiap jalur dapat berubah dengan  $2\pi$  radian ketika delay  $\tau_i(t)$  berubah dengan  $1/f_c$ . Jika  $f_c$  jauh lebih besar, gerakan relatif kecil pada ruang (*medium*) dapat menyebabkan perubahan  $2\pi$  radian. Jika jarak antar perangkat jauh lebih besar daripada panjang gelombang frekuensi pembawa, sangat beralasan mengasumsikan bahwa fase terdistribusi secara merata (*uniformly distributed*) antara 0 dan  $2\pi$  radian dan fase dari setiap jalur adalah independen.

Ketika terdapat sejumlah jalur, dengan menerapkan *central limit theorem* (CLT), setiap jalur dapat dimodelkan sebagai *circularly symmetric complex Gaussian random variable* (CSCGRV)

dengan waktu sebagai variabel. persamaannya berbentuk,

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} + j\mathbf{Y} \quad (6)$$

Dimana bagian real dan imajiner adalah *zero mean independent and identically distributed* (i.i.d) variabel acak Gaussian. Untuk sebuah *circularly symmetric complex Gaussian random variable* dari  $\mathbf{Z}$  adalah,

$$E[\mathbf{Z}] = E[e^{j\theta} \mathbf{Z}] = e^{j\theta} E[\mathbf{Z}] \quad (7)$$

Statistik dari sebuah *circularly symmetric complex Gaussian random variable*, sepenuhnya ditentukan oleh varian,

$$\sigma^2 = E[\mathbf{Z}^2] \quad (8)$$

Magnitude  $|\mathbf{Z}|$  mempunyai kepadatan probabilitas,

$$P(z) = \frac{z}{\sigma^2} e^{-\frac{z^2}{\sigma^2}}, \quad z \geq 0 \quad (9)$$

Persamaan (9) disebut sebagai *Rayleigh random variable*, sangat beralasan untuk sebuah lingkungan dimana terdapat sejumlah besar pemantul (*reflector*).

#### Path loss

Perhitungan *path loss*  $L_p$  dilakukan dengan menggunakan model Hata untuk *urban cell*, sehingga;

$$L_p = 69.55 + 26.16 \log(f_c) - 13.82 \log(h_{pu}) - a(h_{cu}) \\ + (44.9 - 6.66 \log(h_{pu})) \log(R/d_B) \quad (10)$$

dimana,  $f_c$  adalah frekuensi pembawa (*carrier frequency*) dalam MegaHertz (MHz),  $h_{pu}$  adalah tinggi antenna *primary user* atau antenna *base station* dalam meter (m),  $h_{cu}$  adalah tinggi antenna *cognitive radio* atau *mobile subscriber* dalam meter (m) dan R adalah *radius cell* dalam kilometer (km). Sementara itu,  $a(h_{cu})$  adalah nilai koreksi untuk daerah urban,

$$a(h_{cu}) = 3.2(\log 11.75 h_{cu})^2 - 4.97 \quad (11)$$

untuk  $f_c 400\text{MHz}$

Bila tinggi antenna pemancar 30 meter, antenna penerima sekitar 1.5 meter, daya pancar 8 mWatt (-21.98 dBm), gain antenna 3 dB, redaman feeder 1 dB sehingga EIRP -18.98 dBm. Dengan EIRP (*effective isotropic radiated power*) tersebut daya sinyal dapat diterima pada radius 1 km sekitar -94 dBm, bila sensitivitas penerima ditentukan -97 dBm, maka CR pada radius tersebut dianggap bisa mendeteksi keberadaan PU.

Berdasarkan data diatas, maka dalam melakukan spektrum *sensing* pada penelitian ini, bila penerima menerima sinyal lebih kecil dari -97 dBm, maka dianggap tidak bisa mendeteksi sinyal primer, sehingga untuk mendapatkan hasil *sensing* diperlukan data *sensing* dari tetangganya yang masih dalam radius PU. Hal lain yang menyebabkan penerima dianggap tidak bisa mendeteksi keberadaan pengguna utama (*licenced band*), bila pengguna sekunder mengalami *shadowing*, dan cara mendapatkan informasi keberadaan PU adalah dari pengguna sekunder yang dapat mendeteksi PU. Kondisi dimana hasil *sensing* diperoleh dari pengguna sekunder yang lain baik melalui pengguna sekunder terpusat atau salah satu pengguna sekunder terdekat dikenal dengan penginderaan spektrum secara kooperatif (*cooperative spectrum sensing*).

*Shadowing* merupakan kondisi dimana sinyal yang sampai ke penerima, memudar karena terhalang oleh sejumlah obyek. Pengaruh *shadowing* disini dianggap mewakili kondisi *hidden terminal* dimana penerima tidak menerima sinyal karena terhalang obyek padat yang tidak bisa ditembus oleh sinyal, adapun persamaan sinyal yang diterima pada *downlink GSM* kasus *multiantena* adalah,

$$\mathbf{X} = R_0^{-\alpha} 10^{-\frac{\xi}{10}} H_s + \eta \quad (12)$$

dimana;  $R_0$  adalah jarak (km),  $\alpha$  adalah *path loss exponent* dengan nilai dari 2,75-3,5 pada daerah *urban microcell* dan  $\xi$  representasi dari *loss shadowing* dalam dB yang nilainya berkisar 0-8 dB, bila  $\xi = 0$ , tidak ada pengaruh *shadowing*.  $H$  adalah matrik kanal yang berhubungan dengan pemancar dan penerima.

#### Metode semibland

Penginderaan spektrum merupakan salah satu cara pada *cognitive radio* yang bertujuan untuk mengetahui keberadaan spektrum frekuensi yang kosong. Untuk mengetahui band spektrum dipakai (diduduki) oleh PU atau tidak, *cognitive radio* mengandalkan informasi daya derau dan sumber sinyal (Zeng 2009). Jika metode penginderaan spektrum hanya membutuhkan informasi daya derau atau daya sinyal (*noise and signal power information*) saja, maka deteksi sinyal tersebut disebut semibland. Sementara itu metode yang tidak mensyaratkan adanya informasi daya derau maupun sumber sinyal disebut *totally blind detection*.

## Deteksi energi

Untuk deteksi sinyal terdapat dua hipotesis, yaitu  $H_0$  menyatakan sinyal tidak ada dan  $H_1$  menyatakan sinyal ada. Sampel sinyal yang diterima terhadap dua hipotesis tersebut,

$$H_0: x(n) = \eta(n) \quad (13)$$

$$H_1: x(n) = s(n) + \eta(n) \quad (14)$$

dimana;  $s(n)$  adalah sampel sinyal yang ditransmisikan yang telah melalui sebuah kanal nirkabel terdiri dari *path loss*, *multiple fading* dan juga pengaruh time dispersion.

$\eta(n)$  adalah *white noise* dan terdistribusi *independent and identically distributed* (i.i.d) yang memiliki *zero mean* dan varian  $\sigma_\eta^2$ .

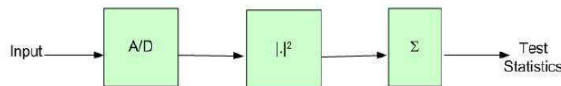
Bila dipenerima memiliki sejumlah  $N_r$  antenna penerima, maka akan membentuk sebuah vektor seperti berikut,

$$X(n) = [x_1(n), \dots, x_{N_r}(n)]^T \quad (15)$$

$$S(n) = [s_1(n), \dots, s_{N_r}(n)]^T \quad (16)$$

$$\eta(n) = [\eta_1(n), \dots, \eta_{N_r}(n)]^T \quad (17)$$

Jika masing-masing PU dan SU diasumsikan memiliki hanya satu antenna pemancar dan satu antenna penerima ataupun penerima memiliki lebih dari satu antenna penerima, maka deteksi energi dapat diturunkan dalam domain waktu dan juga domain frekuensi menggunakan *fast Fourier transform* (Urkowitz 1967, Ithomaki, et al. 2005). Deteksi energi secara sederhana (gambar 3) hanya menggunakan sebuah *bandpass filter* berupa pengubah analog ke digital (A/D converter), proses normalisasi dengan *square law devices* dan penentuan keputusan dengan sebuah *integrator*.



Gambar 3 Blok diagram untuk deteksi energi

Sebuah sinyal  $x(n)$  diterapkan pertama ke sebuah *bandpass filter*, dan selanjutnya ke perangkat *square-law* kemudian diikuti dengan sebuah *integrator*. Keluaran energi detektor adalah,

$$ED = \sum_{n=1}^N |x(n)|^2 \quad (18)$$

dimana  $x(n)$  adalah sinyal yang diterima dan  $N$  adalah jumlah bit atau simbol yang dipakai. Pada akhirnya, keluaran detektor energi dibandingkan dengan sebuah *threshold* ( $\gamma$ ) untuk memutuskan apakah sinyal ada (*present*) atau tidak ada (*absent*) pada frekuensi band.

$$ED \underset{H_0}{\overset{H_1}{\gtrless}} \gamma \quad (19)$$

Dan threshold untuk  $ED$  untuk  $P_f$  (probabilitas *false alarm*) yang ditentukan adalah,

$$\gamma = \sigma_\eta^2 \left( 1 + \frac{Q^{-1}(P_f)}{\sqrt{N}} \right) \quad (20)$$

sedangkan  $P_m$  atau probabilitas *missed detection* adalah,

$$P_m = Q \left( \frac{\sqrt{N}}{\sigma_s^2 + \sigma_\eta^2} (\sigma_s^2 + \sigma_\eta^2 - \gamma) \right) \quad (21)$$

Kinerja dari sebuah metode penginderaan atau metode deteksi pada radio kognitif biasanya diukur dengan probabilitas deteksi  $P_d$  atau probabilitas *missed detection*  $P_{MD}$ .

## Maximal ratio combining

Pada komunikasi dengan sistem *multiple antenna* khususnya pada pemancar dengan antenna tunggal dan penerima dengan antenna jamak (lebih dari satu) atau *single input multiple output* (SIMO), beberapa teknik yang biasa digunakan yaitu *selection combining* (SC), *equal gain combining* (EGC), *maximal ratio combining* (MRC), dan lain-lain. Khusus pada penelitian ini menggunakan MRC. Pada MRC sinyal yang diterima pada antenna penerima ke- $i$  adalah

$$x_i = h_i s + \eta_i \quad (22)$$

atau dalam bentuk matrik

$$X = HS + \eta \quad (23)$$

dimana  $X$ ,  $S$  dan  $\eta$  adalah seperti yang diberikan pada persamaan 15, 16 dan 17, sedangkan

$$H = [h_1 h_2 \dots h_{N_r}]^T \quad (24)$$

Adapun SNR dari MRC (Peter Hong, dkk 2010) sebagai berikut,

$$\Gamma = \sum_{i=1}^{N_r} \frac{P|h_i|^2}{\sigma_\eta^2} = SNR \sum_{i=1}^{N_r} |h_i|^2 \quad (25)$$

sedangkan probabilitas *error*-nya adalah

$$P_e = p^{N_r} \sum_{i=0}^{N_r-1} \binom{N_r-1}{i} (1-p)^i \quad (26)$$

dimana

$$p = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{1}{\text{SNR}} \right)^{-1/2} \quad (27)$$

dan  $N_r$  merupakan jumlah antenna penerima, sedangkan SNR (*signal to noise ratio*) atau bisa juga

*energy bit/symbol terhadap noise* ( $\frac{E_b}{N_0}$ ).

### Skema kooperatif

Skema kooperatif yang diterapkan adalah keputusan *fusion*. Pada *decision fusion*, CR mengirim satu bit atau beberapa bit keputusannya ke sebuah prosesor pusat, dimana telah ditempatkan sebuah *rule* (aturan) untuk membuat keputusan akhir. Secara khusus, jika setiap *user* hanya mengirim satu-bit keputusan ("1" untuk sinyal ada dan "0" untuk sinyal tidak ada), dan tidak ada informasi lain yang tersedia pada prosesor pusat. Beberapa aturan *decision fusion* yang secara umum diadopsi yaitu:

- (1) "logika-OR (LO)" aturannya: jika salah satu keputusannya adalah "1", keputusan akhir adalah "1". Diasumsikan bahwa seluruh keputusan adalah independen, sehingga probabilitas deteksi adalah

$$P_d = 1 - \prod_{i=1}^M (1 - P_{d,i}) \quad (28)$$

- (2) Logika-AND (LA), aturannya: jika dan hanya jika seluruh keputusan adalah "1", keputusan akhir "1". Probabilitas deteksi adalah

$$P_d = \prod_{i=1}^M P_{d,i} \quad (29)$$

Pada penelitian ini, informasi sensing bagi CR yang tidak mendapatkan informasi sensing yang sebenarnya karena pengaruh shadowing (CR2) dan pengaruh letaknya (CR3) didapatkan dari CR1. Jika pengiriman sinyal diasumsikan hanya terjadi satu kali untuk setiap daya pancar, maka dalam skema kooperatif fungsi CR1 seperti relai untuk CR2 dan CR3 terhadap PU. Sebelumnya perlu diberikan asumsi bahwa skema kooperatif adalah *decode and forward* (DF) *basic*, dimana komunikasi umumnya dibagi menjadi dua fase, fase pertama yaitu sinyal dari PU ke CR1 dan fase kedua dari CR1 ke CR2 dan CR3. Pada fase pertama dan fase kedua sinyal

yang diterima adalah berikut,

$$X_{CR1} = R_0^{-\alpha} 10^{-\frac{\gamma}{10}} H_{PU,CR1} S_{PU} + \eta_{CR1} \quad (30)$$

$$X_{CR2} = H_{PU,CR2} S_{PU} + \eta_{CR2} \quad (31)$$

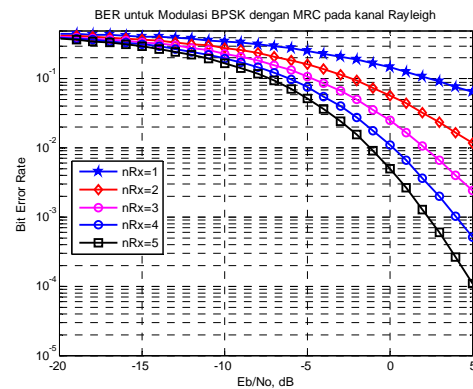
$$X_{CR3} = H_{PU,CR3} S_{PU} + \eta_{CR3} \quad (32)$$

dari persamaan 33 dan persamaan 34 terlihat bahwa sinyal yang diterima oleh CR2 dan CR3 seperti sinyal yang dikirim pada fase pertama dengan kondisi kanal yang berbeda, bila noise  $\eta$  diasumsikan terdistribusi i.i.d.

### Simulasi dan Analisis

Simulasi ini dilakukan dimana sinyal diasumsikan dimodulasi dengan *binary phase shift keying* (BPSK). Pada penerima sinyal di demodulasi sebelum dilakukan deteksi. Metode diujicoba dengan jumlah antenna penerima paling banyak 5 buah antenna pada penerima. Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara probabilitas error atau *bit error rate* (BER) pada setiap jumlah antenna penerima.

Dari gambar 4, ditunjukkan bahwa semakin banyaknya antenna penerima dapat menurunkan jumlah BER bila *energy bit to noise ratio* ( $E_b/N_0$ ) semakin besar. Sebagai contoh, BER  $10^{-4}$  diperoleh pada  $E_b/N_0$  2 dB, -2 dB, -5 dB, -7 dB dan -8 dB bila menggunakan 1, 2, 3, 4, dan 5 antenna penerima. Sementara itu, BER juga menurun dengan semakin besarnya  $E_b/N_0$ , misalnya pada lima antenna penerima, berturut-turut BER  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ , dan  $10^{-3}$  didapatkan pada  $E_b/N_0$  -8 dB, -1 dB, dan 2 dB.



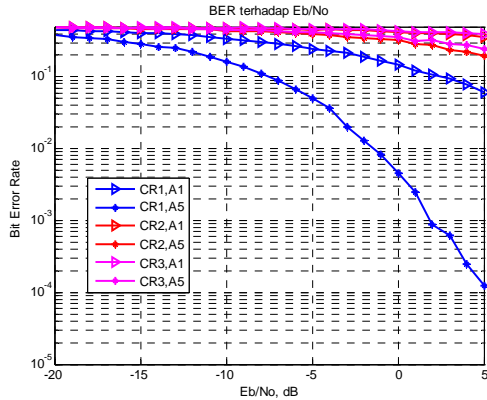
Gambar 4. Bit error rate dengan teknik maximal ratio combining untuk modulasi BPSK pada Kanal Rayleigh

### Simulasi tanpa penerapan skema kooperatif

Pada gambar 5, memperlihatkan BER untuk CR1, CR2, dan CR3 setelah diterapkan skenario seperti digambarkan pada sistem model. Oleh karena itu, CR1 memiliki nilai BER  $10^{-1}$  dan  $10^{-3}$  dengan



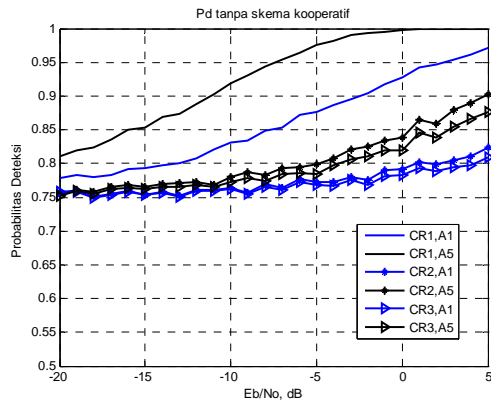
satu dan lima antenna penerima pada  $E_b/N_0$  2 dB, namun CR2 yang mengalami *shadowing* dan CR3 dengan posisi diluar radius  $E_b/N_0$  *primary user* (maksimum  $E_b/N_0$  5 dB), BER keduanya tidak ada yang sampai  $10^{-1}$ , walaupun dengan teknik multiple antenna.



Gambar 5. Perbandingan BER untuk ketiga CR dengan  $E_b/N_0$  yang ditentukan

Tujuan dari mengamati bit error rate atau probabilitas error yang terjadi pada CR adalah untuk memperkirakan nilai probabilitas deteksi. Hubungannya bisa digambarkan sebagai berikut, bila bit error rate semakin kecil memungkinkan probabilitas deteksi yang semakin besar atau sebaliknya. Pada gambar 6, dapat membuktikan hal tersebut, yaitu pada CR1 yang BER-nya sampai  $10^{-3}$  dengan lima antenna penerima, probabilitas deteksi sama dengan 1 pada  $E_b/N_0$  0 dB atau 0,93 dengan 1 antenna penerima.

Probabilitas deteksi diatas threshold hanya dicapai oleh CR1 masing-masing pada  $E_b/N_0$  -11 dB dan -2 dB pada penerima dengan satu dan lima antenna penerima. Sedangkan CR2 dan CR3 memiliki probabilitas deteksi dibawah threshold bila  $E_b/N_0$  sampai 5 dB. Probabilitas yang ditampilkan pada gambar 6 belum menerapkan skema kooperatif.

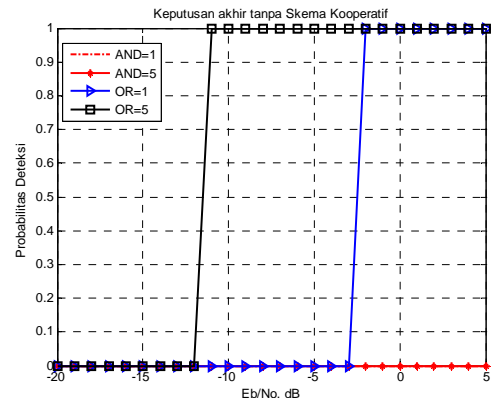


Gambar 6. Probabilitas deteksi untuk CR1, CR2, dan CR3 tanpa skema kooperatif

Apabila persamaan 28 dan 29 dipakai untuk menetapkan hasil kooperatif dari ketiga kognitif radio, maka akan terlihat seperti pada gambar 7, dimana dengan menggunakan LA, keputusan akhir terhadap ketiga hasil penginderaan CR menyatakan ketidakhadiran dari *primary user*. Adapun dengan menggunakan LO, keputusan akhir diperoleh adalah *primary user* hadir bila  $E_b/N_0$  lebih besar dari -12 dB untuk penerima memakai 5 antenna penerima dan *primary user* ada jika deteksi dilakukan pada  $E_b/N_0$  lebih besar dari -3 dB untuk penerima dengan antenna tunggal. Keputusan akhir seperti pada gambar 7 dilakukan setelah setiap CR mengirimkan hasil keputusan mereka berupa bit "1", bila probabilitas deteksi lebih besar atau sama dengan 0,9 dan sebaliknya adalah bit "0". Keputusan akhir dengan logika OR terlihat mengikuti hasil probabilitas deteksi CR1.

### Simulasi setelah penerapan skema kooperatif

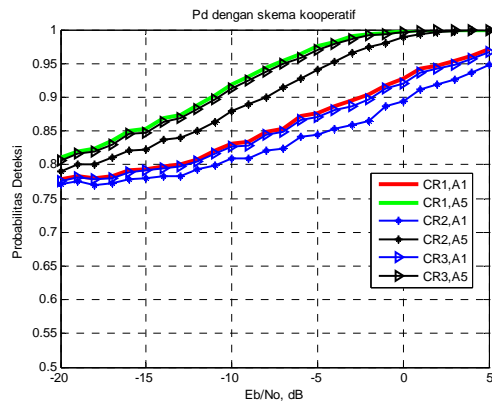
Pada skema kooperatif ini, CR1 berfungsi sebagai relay bagi CR2 dan CR3 terhadap *primary user*. Sementara itu, CR1, CR2 dan CR3 dapat saling berkomunikasi tanpa memerlukan relai, hanya saja posisi CR2 lebih jauh daripada CR3 terhadap CR1. Dengan demikian, data yang diterima CR2 dan CR3 setelah berasal dari CR1, setelah data tersebut dikodekan ulang kemudian dikirimkan/diteruskan (*decode and forward*). Pada simulasi ini diasumsikan data hanya dikirim sekali saja.



Gambar 7. Keputusan akhir tentang kehadiran PU dengan Logika OR dan Logika AND berdasarkan probabilitas deteksi tanpa skema kooperatif

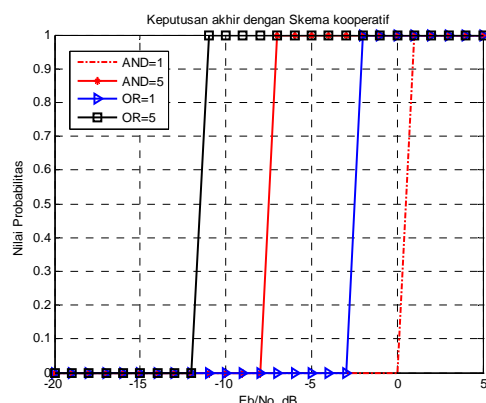
Selanjutnya hasil simulasi pada gambar 8, probabilitas deteksi untuk CR1 sama dengan sebelum diterapkan skema kooperatif. Adapun nilai probabilitas deteksi CR2 menjadi lebih besar dari 0,9 pada  $E_b/N_0$  yang lebih besar atau sama dengan -8 dB dengan lima antenna penerima, atau  $E_b/N_0$  lebih besar atau sama dengan 1 dB dengan penerima antenna tunggal. Probabilitas deteksi CR3 juga meningkat diatas *threshold* pada  $E_b/N_0$  lebih besar

dari -2 dB dengan penerima antenna tunggal, dan  $E_b/N_0$  lebih besar atau sama dengan -11 dB untuk penerima menggunakan lima antenna penerima. Dari gambaran diatas menunjukkan bahwa ketiga CR sudah dapat mendeteksi keberadaan *primary user* walaupun pada  $E_b/N_0$  yang berbeda-beda.



**Gambar 8. Probabilitas deteksi untuk CR1,CR2, dan CR3 dengan skema kooperatif**

Keputusan akhir didasarkan LA, setelah skema kooperatif diterapkan, mampu mendeteksi keberadaan *primary user*, yaitu pada  $E_b/N_0$  mulai dari 0 dB dan -8 dB dengan antenna penerima tunggal dan lima antenna penerima, seperti diperlihatkan pada gambar 9. Sementara itu keputusan akhir didasarkan pada LO, keberadaan *primary user* dideteksi pada  $E_b/N_0$  lebih besar atau sama dengan -2 dB dan -11 dB dengan penerima menggunakan antenna tunggal dan lima antenna penerima. Sampai disini memperlihatkan bahwa penggunaan skema kooperatif dapat mengubah keputusan akhir, baik pengambilan keputusan didasarkan LO maupun didasarkan LA, yaitu keberadaan *primary user*.



**Gambar 9. Keputusan akhir tentang kehadiran PU dengan Logika OR dan Logika AND berdasarkan probabilitas deteksi dengan skema kooperatif**

Keputusan akhir terhadap hasil penginderaan CR, menunjukkan bahwa tanpa penerapan skema kooperatif, hanya keputusan yang didasarkan pada

LO yang mampu mendeteksi kehadiran PU dalam jaringan radio kognitif pada  $E_b/N_0$  dimulai dari -11 dB dan -2 dB dengan 5 dan 1 antenna penerima. Sedangkan dengan skema kooperatif baik berdasarkan LO maupun LA mampu mendeteksi keberadaan PU, khusus didasarkan LA kehadiran PU dideteksi pada  $E_b/N_0$  mulai -7 dB dan 1 dB dengan antenna penerima 5 dan 1 buah.

## IV. Kesimpulan

Penerapan skema kooperatif diantara *cognitive radio* dapat meningkatkan probabilitas deteksi. Probabilitas deteksi CR2 meningkat dari 0,82 menjadi 0,95 untuk  $E_b/N_0$  5 dB dengan antenna penerima tunggal, atau meningkat dari 0,89 menjadi satu dengan lima antenna penerima. Begitu juga dengan CR3, probabilitas deteksi dari 0,8 menjadi 0,97 dan dari 0,88 menjadi 1 untuk penerima antenna tunggal dan 5 buah pada  $E_b/N_0$  5 dB.

Penerapan skema kooperatif membuat ketiga CR dapat mendeteksi keberadaan *primary user* khususnya pada  $E_b/N_0$  yang ditentukan. Walaupun penerapan skema kooperatif belum memperbaiki probabilitas deteksi pada  $E_b/N_0$  yang rendah (-20 dB sampai -15 dB). Disamping itu, penerapan skema kooperatif dapat mempengaruhi keputusan akhir khususnya didasarkan pada LA, yaitu menyatakan kehadiran *primary user* pada  $E_b/N_0$  yang ditetapkan.

Penentuan pengambilan keputusan akhir dengan logika AND atau OR sangat mempengaruhi hasil sensing. Walaupun keputusan yang tepat tetap mengacu pada pengalaman empirik.

## Daftar Pustaka

- [1] Antonia M.T., Sergio V., (2004), "*Random Matrix Theory and Wireless Communications*", Now, Biston USA.
- [2] Duval, O., Punchihewa, A., Gagnon, F., Despins, C., Bhargava, V.K., (2008), "Blind Multi-Sources Detection and Localization for Cognitive Radio", *IEEEGLOBECOM* Nov. 30 - Dec. 4 2008.
- [3] Husheng Li, (2010) "Multiagent Q-Learning for Aloha-Like Spectrum Access in Cognitive Radio Syatems", *EURASIP Journal on Wireless Communication and Networking*, Volume 2010, Article ID: 876216.
- [4] Jayakrishnan Unnikrishnan J. dan Venugopal V. Veeravalli, (2008), "Cooperative Sensing for Primary Detection in Cognitive Radio", *IEEE Journal of Selected Topics in Signal processing*, Vol. 2, No. 1.

- [5] Jia Zhu, Yulong Zou, and Baoyu Zheng, (2009) "Cooperative Detection for Primary User in Cognitive Radio Networks", *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, Volume 2009, Article ID:617320.
- [6] Juarez Cardenas, M., Ghogho, M., Swami, A., (2010), "Semi-blind locally optimum detection for spectrum sensing in cognitive radio", *IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP)* 14-19 March 2010.
- [7] Khajavi N.T., Siavash S, Seyed Mohammad-Sajad S., (2010), "An Improved Blind Spectrum Sensing Technique for Cognitive Radio Systems", the 5<sup>th</sup> International Symposium on Telecommunications 2010, Teheran, 4-6 December 2010.
- [8] Liu Weiguang, Jun Wang, Shaoqian Li, (2010), "Blind detection and estimation of OFDM signals in cognitive radio contexts", *the 2nd International Conference on Signal Processing Systems (ICSPPS) 2010*, 5-7 July 2010.
- [9] Parthaprati D., and Liang Y. C., (2008), "Blind Spectrum Sensing Algorithms for Cognitive Radio Networks", *IEEE Transactions on vehicular technology*, Vol. 57. NO.5.
- [10] Peter Hong Y.W., Jen Huang W., Jay Kao C. C., "Cooperative Communications and Networking, Technologies and System Design", Springer, New York USA
- [11] Wyglinski A. M., Maziar N., Thomas H., (2010) "Cognitive Radio Communications and Networks", Elsevier, Burlington USA.
- [12] Yonghong Z., Chang Liang Y., Hoang A. T., Zang R.,(2009) "A Review on Spectrum Sensing for Cognitive Radio: Challenges and Solutions", *EURASIP journal on Advances in Signal Processing*, Volume 2010, Article ID: 381465.

### [CV Penulis]

Zaini, Menyelesaikan program Sarjana Sains Terapan (D4) di jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya ITS 2007, Kemudian mengambil program magister di Teknik Elektro ITS /Telekomunikasi Multimedia tahun 2010.

Wirawan, Menyelesaikan program sarjana S1 di jurusan teknik elektro ITS, Kemudian mengambil program magister dan Doktor di perancis.







# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **SISTEM CERDAS**

---



# CASE BASED REASONING UNTUK KELAYAKAN MENDAPATKAN KREDIT SEPEDA MOTOR

Fx. Henry Nugroho,<sup>1)</sup> Sri Hartati,<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> STMIK AKAKOM Yogyakarta  
Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta  
E-mail : fx\_henry@akakom.ac.id

<sup>2)</sup> Program Studi Monodisiplin S2/S3, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta  
E-mail : shartati@ugm.ac.id

## Abstrak

Mobil dan sepeda motor adalah alat transportasi yang paling populer di Indonesia. Pembelian biasanya dilakukan dengan pembayaran secara kontan ataupun kredit. Berdasarkan kondisi yang diuraikan di atas jika konsumen membeli sepeda motor dengan cara kredit, maka kemampuan menganalisa kelayakan seorang calon pembeli merupakan suatu hal yang penting. Case Based Reasoning (CBR) merupakan salah satu metode yang mampu melakukan penalaran dengan berdasarkan kasus-kasus lama yang sudah tersimpan di case base.

Penelitian ini menggunakan 15 fitur untuk mengetahui gambaran kondisi nasabah ketika dilakukan survey. Terdapat tiga fitur yang diproses dengan fuzzy, yaitu fitur pendapatan, skor karakter di rumah, skor karakter di tempat kerja. Hasil dari 15 fitur akan menjadi inputan bagi proses *indexing*. Metode untuk proses *indexing* menggunakan *naive bayes*.

Pengujian sistem dilakukan menggunakan 20 kasus baru dan 20 kasus di *casebase*. Hasil pengujian menunjukkan dari 20 kasus yang diujikan, sistem telah mampu menghasilkan keputusan sebanyak 17 kasus (85%), 3 kasus yang lain keputusannya dilakukan oleh Kepala Unit.

**Kata Kunci :** Sepeda Motor, Kredit, CBR, *fuzzy*, *naive bayes*

## 1. Pendahuluan

Sepeda motor adalah salah satu alat transportasi yang paling populer di Indonesia. Pembelian biasanya dilakukan dengan pembayaran secara kontan ataupun kredit. Calon pembeli berasal dari berbagai macam latar belakang dan kondisi, sehingga dibutuhkan ketepatan pengambilan keputusan agar perusahaan terhindar dari konsumen yang bermasalah dalam pembayaran cicilan kreditnya. Pergantian pegawai bagai survey juga merupakan sebuah permasalahan bagi perusahaan karena kemampuan menganalisa kelayakan konsumen belum terlalu baik. Jumlah pengajuan kredit motor pada perusahaan yang khusus menangani kredit motor bisa mencapai 500 pengajuan setiap hari.

Penggunaan *software* yang memiliki kemampuan menganalisa dengan cepat dan tepat adalah hal yang sangat bermanfaat bagi perusahaan

pembiayaan. Penggunaan *software* diharapkan dapat membuat perusahaan terhindar dari kesalahan melakukan penilaian kelayakan pengajuan kredit.

Penelitian ini akan menggunakan *Case Based Reasoning (CBR)* untuk melakukan penilaian kelayakan pengajuan kredit. Metode ini akan melakukan penalaran dengan berdasarkan kasus-kasus pada masa lalu, kasus yang lama dengan kasus yang baru akan dilihat tingkat kemiripannya (Pal dan Shiu, 2004).

## 2. Analisa, Desain dan Implementasi

### 2.1 Analisa Sistem

Sistem yang akan dibuat digunakan untuk membantu pihak manajemen Koperasi Kharisma Indonesia, khususnya bagian kredit dan Kepala Unit untuk menentukan kelayakan pengajuan kredit. Proses *retrieve* pada CBR menggunakan metode

*naive bayes*. Data nasabah yang digunakan sebagai input pada proses *retrieve* berupa 15 fitur data nasabah, yaitu : pendapatan, pekerjaan , lama bekerja, jumlah tanggungan, besar angsuran, luar rumah, status tempat tinggal, kategori pemukiman, kategori bangunan, perabotan elektronik yang dimiliki, kendaraan yang telah dimiliki, karakter di lingkungan rumah, karakter di lingkungan kerja.

Tiga belas fitur, sebelum dilakukan proses *retrieve* dikelompokkan menjadi kategori prima, resiko dan hati-hati. Ketentuan kategori dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan fitur pendapatan, karakter di rumah dan karakter di tempat kerja karena bersifat subyektif dikategorikan dengan menggunakan metode *fuzzy*. Hasil dari proses ini akan menjadi input bagi proses *retrieve*. Output dari proses *retrieve* adalah rekomendasi pengajuan kredit diterima atau ditolak.

## 2.2 Desain

### 2.2.1 Penentuan Kategori Fitur

Setiap kasus akan terdiri dari 15 fitur yang digunakan untuk proses penilaian kelayakan. Isi dari fitur – fitur tersebut kemudian akan ditentukan kategorinya menjadi prima (P), hati- hati(H), resiko (R), kecuali fitur pendapatan, karakter di rumah dan karakter di tempat kerja akan dikategorikan dengan proses *fuzzy*.

Tabel 1. Representasi Kasus

Fitur	Prima	Hati-Hati	Resiko
Pekerjaan	Guru,pns	wirawasta	P
Jabatan	Pegawai minimal supervisor ,pemilik usaha,	Pegawai tanpa jabatan	
Masa Kerja	>5 th	2th-5th	<2th
tanggungan	<=3 orang	>3 orang	
angsuran dibanding pendapatan	<=30%	30%-50%	>50%
tempat tinggal	pribadi	Rumah dinas,sewa	
Lama tinggal	>5th	<5th	
Luas tanah/rumah	>100 m	50m-100m	<50m
pemukiman bangunan	perumahan permanen	kampung Semi permanen	kumuh
Alat elektronik	AC, Komputer	TV, Kulkas	
Kendaraan yg dimiliki	Mobil/motor(l unas kredit)	Mobil/motor( masa kredit), tidak punya	

### 2.2.2 Himpunan Fuzzy Variabel Pendapatan

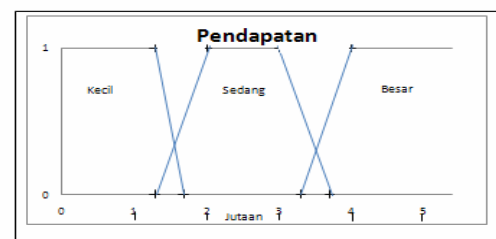
Variabel pendapatan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu pendapatan kecil, sedang, besar. Satuan yang digunakan pada variabel pendapatan adalah juta..

Fungsi derajat keanggotaan dari variabel pendapatan didefinisikan pada persamaan :

$$\mu_{\text{PendapatanKecil}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 1.3 \\ \frac{1.7-x}{0.4}, & 1.3 < x \leq 1.7 \\ 0, & x > 1.7 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{PendapatanSedang}}(x) = \begin{cases} 0, & x < 1.5 \text{ atau } x > 3.7 \\ \frac{x-1.5}{0.5}, & 1.5 \leq x < 2 \\ \frac{3.7-x}{0.7}, & 2 \leq x \leq 3.7 \\ 1, & 2 \leq x \leq 3 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{\text{PendapatanBesar}}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 4 \\ \frac{x-3.3}{0.7}, & 3.3 \leq x < 4 \\ 0, & x < 3.3 \end{cases} \quad (3)$$



Gambar 1 Himpunan Fuzzy Pendapatan

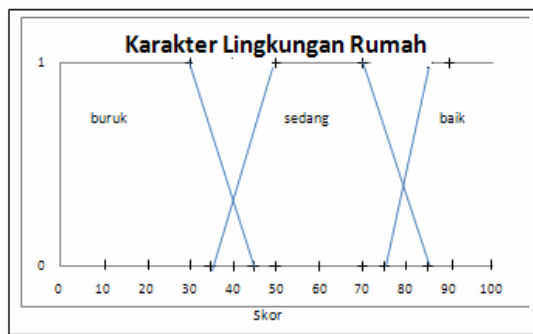
### 2.2.3 Himpunan Fuzzy Variabel Karakter di Rumah

Fungsi derajat keanggotaan dari variabel karakter di lingkungan rumah didefinisikan pada persamaan:

$$\mu_{\text{KarakRmhBuruk}}(y) = \begin{cases} 1, & y \leq 30 \\ \frac{45-y}{15}, & 30 < y \leq 45 \\ 0, & y > 45 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{\text{KarakRmhSedang}}(y) = \begin{cases} 0, & y < 35 \text{ atau } y > 85 \\ \frac{y-35}{15}, & 35 \leq y < 50 \\ \frac{85-y}{15}, & 50 \leq y \leq 85 \\ 1, & 50 \leq y \leq 70 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{\text{KarakRmhBaik}}(y) = \begin{cases} 1, & y \geq 90 \\ \frac{y-75}{15}, & 75 \leq y < 90 \\ 0, & y < 75 \end{cases} \quad (6)$$



Gambar 2 Himpunan Fuzzy Karakter di Rumah

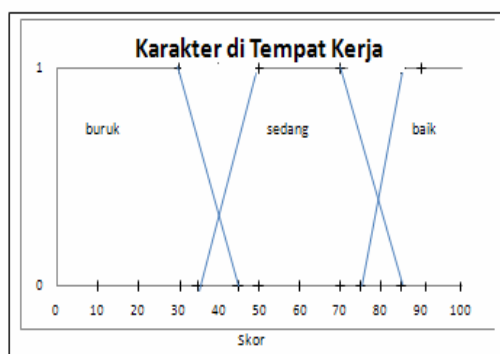
## 2.2.4 Himpunan Fuzzy Karakter di Tempat Kerja

Fungsi derajat keanggotaan dari variabel karakter di lingkungan kerja didefinisikan pada persamaan:

$$\mu_{\text{KarakKerjaBuruk}}(Z) = \begin{cases} 1, & z \leq 30 \\ \frac{45-z}{15}, & 30 < z \leq 45 \\ 0, & z > 45 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{\text{KarakKerjaSedang}}(Z) = \begin{cases} 0, & z < 35 \text{ atau } z > 85 \\ \frac{z-35}{15}, & 35 \leq z < 50 \\ \frac{85-z}{15}, & 50 \leq z < 85 \\ 1, & 50 \leq z \leq 70 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{\text{KarakKerjaBaik}}(Z) = \begin{cases} 1, & z \geq 90 \\ \frac{z-75}{15}, & 75 \leq z < 90 \\ 0, & z < 75 \end{cases} \quad (9)$$



Gambar 3 Himpunan Fuzzy Karakter di Tempat Kerja

## 2.2.5 Naive Bayes

Hasil pengkategorian fitur menjadi prima resiko, hati-hati serta hasil himpunan fuzzy akan menjadi input untuk proses *retrieve* dengan metode *Naive bayes*. Metode *Naive bayes* dinyatakan

sebagai sebuah hipotesa yang disebut dengan HMAP (*Hypothesis Maximum Appropri Probability*) seperti dalam persamaan 10 (Pal dan Shiu, 2004).

$$P(C_i | X) = \frac{P(X | C_i)P(C_i)}{P(X)} = \frac{P(X | C_i)P(C_i)}{\sum_{i=1}^n P(X | C_i)P(C_i)} \quad (10)$$

Ket:  $C_i$  = Rekomendasi hasil  
 $X$  = Parameter input x  
 $P()$  = Nilai probabilitas

Proses *retrieve* akan membandingkan kasus yang baru dengan kasus lama yang telah tersimpan di *casebase*. Kasus lama di *casebase* yang paling mirip, solusinya akan diambil untuk menjadi solusi bagi kasus yang baru.

## 2.3 Implementasi

CBR dapat direpresentasikan sebagai suatu siklus proses yang dibagi menjadi empat sub proses (Pal dan Shiu, 2004), yaitu :

1. *Retrieve*, mencari kasus – kasus sebelumnya yang paling mirip dengan kasus baru.
2. *Reuse*, menggunakan kembali kasus-kasus yang paling mirip tersebut untuk mendapatkan solusi untuk kasus yang baru.
3. *Revise*, melakukan penyesuaian dari solusi-solusi kasus-kasus sebelumnya agar dapat dijadikan solusi untuk kasus yang baru.
4. *Retain*, menyimpan solusi dari kasus yang baru.

Tahap awal dari sistem pengajuan kredit ini adalah memasukkan data ke dalam *casebase* untuk dijadikan acuan. Data yang dimasukkan adalah data pengajuan kredit dan data hasil survey karena data-data tersebut dapat menggambarkan kondisi kelayakan nasabah. Data *casebase* menggunakan data riil dari pihak KSP Kharisma Indonesia sebanyak 20 kasus.

### 2.3.1 Proses Retrieve, Reuse

Gambar 4 Form data nasabah

Gambar 5 Form laporan survey

Petugas administrasi akan mengisikan data pengajuan kredit setiap ada transaksi baru. Data tersebut meliputi jenis motor, tahun perakitan, besar angsuran, besar uang muka, tanggal angsuran, dapat dilihat pada Gambar 4. Selanjutnya petugas juga mengisikan data survey pada halaman laporan survey seperti terlihat pada Gambar 5.

Pada saat tombol Simpan pada Gambar 5 diklik maka terjadi proses *retrieve*. Proses *retrieve* pertama kali akan mencari data di *casebase* yang sama persis jika ada maka solusinya digunakan kembali (*reuse*). Namun apabila data di *casebase* tidak ada yang sama persis maka proses *retrieve* dilakukan dengan menggunakan metode *Naive Bayes* untuk mencari kasus yang paling mirip untuk kemudian diambil solusinya.

### 2.3.2 Proses Retain dan Revise

Kasus yang baru bisa saja sangat berbeda dengan kasus yang telah tersimpan di *casebase*. Pada kasus seperti itu, metode naive bayes tidak mampu memberikan rekomendasi hasil maka penentuan hasil pengajuan kredit dilakukan langsung oleh Kepala Unit melalui form seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 6 Form Persetujuan Kepala Unit

Karakter 'Y' pada Gambar 6 berarti pengajuan kredit diterima, sedangkan bila diisi dengan 'T' artinya ditolak. Hasil keputusan untuk kasus

yang baru tersebut akan disimpan juga di *casebase*, hal ini merupakan proses *retain*.

Melalui form persetujuan pada Gambar 6 Kepala Unit juga dapat melakukan penyesuaian isi *casebase*. Keputusan yang sebelumnya tercatat diterima (Y) dapat diubah menjadi ditolak (T). Hal ini merupakan proses *revise*.

## 3 Hasil

Proses menganalisa kemampuan sistem dilakukan dengan cara membandingkan hasil output dari sistem dengan hasil keputusan dari Kepala Unit. Kasus yang diuji sebanyak 20 kasus. Tabel 2 menampilkan kasus –kasus yang diuji beserta hasil output sistem. Hasil pengujian menunjukkan dari 20 kasus baru yang diujikan, terdapat 3 kasus yang memberikan hasil 'K' artinya sistem tidak mampu memberikan hasil. Sistem tidak mampu memberikan hasil karena kasus yang baru sama sekali tidak mirip dengan kasus yang ada di *casebase* maka harus dilakukan persetujuan langsung oleh Kepala Unit.

Tabel 2 Hasil Pengujian

No Uji	Hasil Sistem	Keputusan Kepala Unit	No Uji	Hasil Sistem	Keputusan Kepala Unit
1	Y	Y	11	Y	Y
2	Y	Y	12	Y	Y
3	Y	Y	13	Y	Y
4	Y	Y	14	Y	Y
5	Y	Y	15	T	T
6	Y	Y	16	T	T
7	Y	Y	17	T	T
8	Y	Y	18	K	T
9	Y	Y	19	K	T
10	Y	Y	20	K	T

Keterangan:

Y = diterima (Ya)

T = ditolak (Tidak)

K= sistem tidak mampu memberikan hasil (Kosong)

## 4. Kesimpulan

1. CBR telah dapat diterapkan pada kasus pengajuan kredit sepeda motor.
2. Dari 20 kasus yang diujikan, sistem telah mampu menghasilkan keputusan sebanyak 17 kasus (85%), 3 kasus dilakukan keputusan revisi manual oleh Kepala Unit.

## Daftar Pustaka

- [1] Devaney, M. dan Cheetham, B., Case-Based Reasoning for Gas Turbine Diagnostics, *Proceedings of the Eighteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference*, Pittsburgh, Pennsylvania, 2005
- [2] Hansen, B.K. dan Riordan, D., Weather Prediction Using Case-Based Reasoning and Fuzzy Set Theory, *Thesis*, Faculty of Computer Science, Dalhousie University, Canada, 2000
- [3] Klir, G.J. dan Yuan, B., *Fuzzy Set and Fuzzy Logic Theory and Applications*, Prentice Hall International, New Jersey, 1994.
- [4] McLeod, Jr.R. dan Schell, G., *Management Information System*, 8ed, Prentice Hall, New Jersey, 2001.
- [5] Pal, K.S. dan Shiu, C.K.S., *Foundations Of Soft Case Based Reasoning*, John Wiley & Sons, Inc, 2004.
- [6] Pearl, J., *Probabilistic Reasoning In Intelligent System*, Morgan Kaufmann Publisher, Inc, 1991.

## [CV Penulis]

FX. Henry Nugroho, ST, M.Cs. : Menyelesaikan studi S1 dari Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Studi S2 pada Jurusan Ilmu Komputer UGM Yogyakarta. Bekerja sebagai dosen di STMIK AKAKOM YOGYAKARTA





# **PENGGUNAAN METODE AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING (AHC) DALAM PENGELOMPOKAN JUMLAH PENUMPANG BUS TRANS JOGJA**

**Lisna Zahrotun**

*Program Studi Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Prof. Dr. Soepomo, Janturan, Yogyakarta 55164  
Telp: (0274) 563515 ext. 3208  
E-mail : lisna.zahrotun@gmail.com, azzah\_18@yahoo.com*

## **Abstrak**

Pertumbuhan yang pesat dari akumulasi data telah menciptakan kondisi kaya akan data tapi minim informasi. *Data mining* merupakan penambangan atau penemuan informasi baru dengan mencari pola atau aturan tertentu dari sejumlah data dalam jumlah besar yang diharapkan dapat mengatasi kondisi tersebut.

Dengan memanfaatkan data dari dinas perhubungan tentang jumlah penumpang Trans Jogja, maka dalam makalah ini dilakukan pengelompokan jumlah penumpang berdasarkan waktu dengan menggunakan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC), dimana metode tersebut mengidentifikasi jalur bus yang memiliki kesamaan jumlah penumpang pada jam-jam tertentu, dan kemudian untuk menggabungkan data digunakan metode *single linkage*.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi data mining jumlah penumpang trans jogja dengan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC)

Kata kunci : *data mining, Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC), *single linkage*

## **1. PENDAHULUAN**

Pertumbuhan penduduk di suatu negara akan berbanding lurus dengan kebutuhan sarana transportasi. Begitu pula di Indonesia, transportasi merupakan salah satu bagian yang memiliki peranan penting dalam menjalankan roda kehidupan, terutama dalam kegiatan untuk memindahkan orang maupun barang dari satu tempat ke tempat lain. Transportasi mempunyai fungsi utama untuk menghubungkan manusia dengan tata guna lahan karena transportasi memiliki dua macam utilitas, yaitu utilitas ruang dan utilitas waktu. Transportasi adalah masalah umum yang sering terjadi pada kota-kota besar di Indonesia, salah satunya ialah Kota Yogyakarta.

Trans Jogja adalah sebuah sistem transportasi bus cepat, murah, dan ber-AC di seputar Kota Yogyakarta. Seiring perkembangan waktu, jumlah penumpang bus Patas Trans Jogja mengalami kenaikan dari waktu ke waktu. Namun, kenaikan tersebut belum ditopang dengan peningkatan jumlah

shelter, sehingga banyak calon penumpang yang tidak terangkut di jalur bus Trans Jogja. Sedangkan disisi lain pada shelter-shelter tertentu hanya terdapat sedikit calon penumpang pada jam-jam tertentu. Oleh karena itu dibutuhkan informasi yang akurat jumlah penumpang bus pada jalur dan shelter pada waktu tertentu untuk membantu Dinas Perhubungan dalam mengatasi masalah ini.[1]

Metode *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC), merupakan salah satu metode clustering dengan menggunakan teknik hierarki yang akan membentuk sebuah pohon. Dalam pengelompokan ini lebih mudah dikarenakan tidak perlu menentukan titik pusat, akan tetapi setiap data merupakan cluster yang nantinya akan digabungkan sesuai dengan jarak kedekatannya. Selain itu metode AHC memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode k-means dalam jumlah data yang tidak terlalu besar. Oleh karena itu dalam pengelompokan jumlah bus trans jogja menggunakan metode AHC. [2]

Untuk mengatasi masalah tersebut tentunya diperlukan informasi tentang jumlah penumpang bus pada jalur-jalur tertentu dan pada waktu-waktu tertentu. Sehingga dengan pengetahuan tersebut dapat membantu Dinas Perhubungan dalam meningkatkan pelayanan bus trans jogja terhadap masyarakat jogja.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pralita (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan Jaringan Syaraf tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Penumpang Bus Dengan Metode BackPropagation”. Dalam penelitian ini penerapan JST digunakan untuk prediksi jumlah penumpang bus di Kabupaten Kebumen dengan menggunakan metode Backpropagation berdasarkan pada data bulan Januari 2004 sampai Juli 2009. Dari hasil pelatihan dan pengujian data yang telah dilakukan, dihasilkan nilai prediksi untuk Agustus 2009 adalah sebesar 21857 orang. [3]

## 3. DASAR TEORI

Analisis kelompok (*cluster analysis*) adalah pekerjaan mengelompokkan data (objek) yang didasarkan hanya pada informasi yang ditemukan dalam data yang menggambarkan objek tersebut dan hubungan diantaranya (Tan, 2006 dalam buku Prasetyo, 2012). Tujuannya adalah agar objek-objek yang bergabung dalam sebuah kelompok merupakan objek-objek yang mirip (atau berhubungan) satu sama lain dan berbeda (atau tidak berhubungan) dengan objek dalam kelompok dan lebih besar perbedaannya diantara kelompok yang lain.

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengukur jarak data ke pusat kelompok, di antaranya Euclidean (Bezdek, 1981 dalam buku Prasetyo, 2012) menggunakan formula sebagai berikut:

$$D(x_2 - x_1) = \|x_2 - x_1\|_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^p |x_{2j} - x_{1j}|^2}$$

Algoritma *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC)

Pengelompokan hierarki aglomeratif merupakan metode pengelompokan hierarki dengan pendekatan bawah atas (*bottom up*). Proses pengelompokan dimulai dari masing-masing data sebagai satu buah kelompok, kemudian secara rekursif mencari kelompok terdekat sebagai pasangan untuk bergabung sebagai satu kelompok yang besar. Proses tersebut diulang terus sehingga

tampak bergerak ke atas membentuk jenjang (hierarki). Cara ini membutuhkan parameter kedekatan kelompok (*cluster proximity*). [4]

Single Linked (Jarak Terdekat)

Pada metode single linked (jarak terdekat), kedekatan di antara dua kelompok ditentukan dari jarak terdekat (terkecil) diantara pasangan diantara dua data dari dua kelompok yang berbeda (satu dari kelompok pertama dan satu lagi dari kelompok yang lain, atau disebut juga kemiripan termaksimal. Maka, dengan cara ini dapat dimulai dari masing-masing data sebagai kelompok, kemudian mencari tetangga terdekat dan menggunakan tautan tunggal untuk menggabungkan dua kelompok berikutnya hingga semuanya bergabung menjadi satu. Formulasi tautan tunggalnya adalah:

$$D_{UV} = \min \{d_{UV}, d_{UV} \in D\}$$

## 4. METODOLOGI

### 4.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian yang akan dibahas adalah *data mining* untuk Mengelompokkan jumlah penumpang trans jogja pada shelter musper untuk dua jalur bus.[5]

### 4.2 Metode Pengumpulan Data

- Studi Pustaka**  
Merupakan pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari, membaca dan mengumpulkan dokumen-dokumen sebagai referensi seperti buku, artikel dan literatur-literatur yang berhubungan dengan data mining menggunakan metode clustering k-means. Serta browsing di internet.
- Observasi**  
Metode observasi ini digunakan untuk mempelajari dan mengetahui secara langsung objek yang diteliti. Objek yang diteliti itu adalah jumlah penumpang trans Jogja pada shelter musper untuk dua jalur bus.

### 4.3 Proses Clustering

Algoritma pengelompokan hierarki aglomeratif (AHC) dijabarkan dalam Algoritma berikut ini :

- Hitung matriks kedekatan berdasarkan jenis jarak yang digunakan.
- Ulangi langkah 3 sampai 4, hingga hanya satu kelompok yang tersisa.
- Gabungkan dua kelompok terdekat berdasarkan parameter kedekatan yang ditentukan

4. Perbarui matriks kedekatan untuk merefleksikan kedekatan diantara kelompok baru dan kelompok asli yang sudah digabung

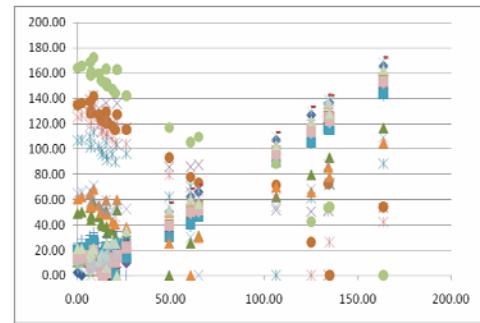
## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data jumlah penumpang trans Jogja pada shelter musper dihasilkan tabel kedekatan sebagai berikut:

**Tabel 1. Tabel kedekatan**

Cluster	C1	C2	C3	....	C24
C1	0.00	2.24	15.84		
C2	2.24	0.00	16.67		
C3	15.84	16.67	0.00		
C4	49.09	50.21	33.66		
C5	134.35	135.38	118.80		
C6	106.50	106.98	91.02		
C7	135.05	136.45	122.00		
C8	26.17	28.28	20.74		
C9	8.60	7.28	23.69		
C10	7.14	8.60	11.83		
C11	18.71	20.71	14.04		
C12	20.22	21.77	9.49		
C13	60.61	62.34	48.39		
C14	64.90	65.89	51.80		
C15	125.26	126.74	111.28		
C16	163.99	165.47	149.62		
C17	15.33	15.56	22.00		
C18	12.73	14.25	12.69		
C19	11.45	12.25	16.49		
C20	15.52	16.55	11.58		
C21	13.42	14.46	10.34		
C22	21.12	21.10	25.24		
C23	7.35	8.31	15.52		
C24	6.71	5.83	20.64		

Jika digambarkan dalam grafik maka pencarian data awal jumlah penumpang trans jogja adalah sebagai berikut:



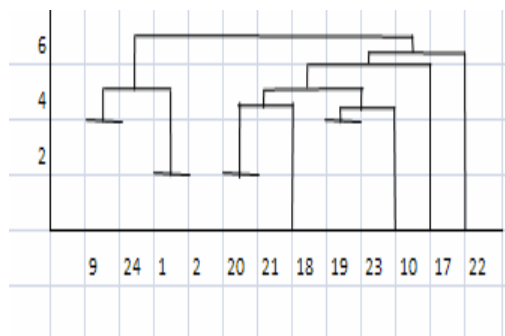
**Gambar 1. Data Awal**

Dari data di atas kemudian dilakukan penggabungan dua kelompok yang memiliki nilai terkecil hingga seluruh data tergabung menjadi satu kelompok. Berikut ini adalah tabel untuk penggabungan hingga dua kelompok terakhir.

**Tabel 2. Tabel hasil penggabungan antar kelompok**

Cluster 1	Cluster 2	Jarak Kedekatan	Cluster baru
C1	C2	2.24	C(A)
C20	C21	2.24	C(B)
C19	C23	4.12	C(C)
C(C)	C10	4.12	C(D)
C(B)	C18	5.74	C(E)
C9	C24	4.36	C(F)
C(D)	C(E)	5.74	C(G)
C(A)	C(F)	5.83	C(H)
C(G)	C(17)	6.00	C(I)
C(I)	C(22)	6.40	C(J)
C(H)	C(J)	7.14	C(K)
C11	C12	7.28	C(L)
C(L)	C3	9.49	C(M)
C(M)	C8	9.64	C(N)
C(K)	C(N)	9.90	C(O)
C4	C13	25.67	C(P)
C(O)	C(P)	30.48	C(Q)
C7	C15	26.48	C(R)
C(Q)	C14	30.15	C(S)
C5	C6	52.01	C(T)
C(R)	C16	42.34	C(U)
C(T)	C(U)	50.70	C(V)
C(U)	C(V)	54.46	C(W)

Dari hasil clustering AHC maka dapat digambarkan hirarkinya sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Clustering

Hasil dari pengelompokan jumlah penumpang bus trans Jogja untuk shelter musper menggunakan metode AHC adalah bahwa terlihat dalam gambar hirarki diatas dimana terdapat dua kelompok yang besar yang nantinya akan menjadi satu yaitu kelompok C9, C24, C1 dan C2. Dan kelompok kedua adalah C20, C21, C18, C19, C23, C10, C17 dan C22. Hal ini berarti bahwa untuk kelompok pertama adalah jalur 1B dari jam 06.00-07.00, dan jalur 2B dari jam 05.00-06.00 memiliki jumlah penumpang yang hampir sama. Sedangkan untuk kelompok kedua adalah untuk jalur 2B dari jam 13.00-20.00 memiliki jumlah penumpang yang hamper sama untuk setiap jamnya.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang dilakukan telah dibuat pengelompokan jumlah penumpang bus trans Jogja

pada salah satu shelter di Yogyakarta yaitu shelter musper menggunakan algoritma AHC menjadi dua kelompok.

Untuk kedepannya penelitian ini dikembangkan menjadi sebuah aplikasi data mining.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://transjogja.com/gunakan-trans-jogja/> September 2012
- [2] Rudy, 2009, "Perbandingan Metode K-Means dan Hierarchical Agglomerative Clustering untuk Pengelompokan Dokumen Teks" Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University.
- [3] Pralita, F. 2010, "Penerapan Jaringan Syaraf tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Penumpang Bus Dengan Metode BackPropagation", Skripsi, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia.
- [4] Prasetyo, E. 2012, "Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab", Penerbit Andi Yogyakarta
- [5] Zahrotun, L. 2013, Perancangan Data Mining Pengelompokan Jumlah Penumpang Trans Jogja menggunakan metode clustering K-Means, Seminar Teknik Informatika, Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta. 134-142

# PENERAPAN ALGORITMA *FAST FOURIER TRANSFORM* DAN JARINGAN *SELF ORGANIZING MAP* PADA PENGENALAN PEMBICARA (*SPEAKER RECOGNITION*)

Muhammad Ali Syakur

*Prodi Teknik Multimedia dan Jaringan-Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura  
syakurali@yahoo.co.id*

## Abstrak

*Biometric recognition* merupakan sistem pengenalan atau identifikasi seseorang berdasarkan karakteristik biologis khusus yang dimilikinya. *Speaker recognition* adalah proses identifikasi suara seseorang berdasarkan suaranya. Pada penelitian ini digunakan *Fast Fourier Transform* untuk melakukan pemrosesan awal pada suara yang digunakan untuk mengekstraksi fitur-fitur suara dengan baik. Hasil dari ekstraksi tersebut kemudian akan digunakan sebagai inputan pada proses pelatihan dan pengenalan.

Metode pencocokan yang digunakan pada penelitian ini adalah Jaringan Saraf Tiruan *Self Organizing Map* / Kohonen. Penggunaan metode Kohonen dikarenakan metode ini sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa dengan menggunakan data uji coba sebanyak 200 data pengenalan suara menggunakan metode *Fast Fourier Transform* dan Jaringan *Self Organizing Map* menghasilkan keakuratan sebesar 70%.

Kata kunci : suara, *speaker recognition*, *Fast Fourier Transform* (FFT), *Self-Organizing Map* (SOM).

## 1. PENDAHULUAN

Manusia merupakan makhluk sosial yang memerlukan komunikasi antar sesama dalam kehidupan sehari-hari. Suara adalah isyarat utama yang digunakan oleh manusia dalam berkomunikasi, karena suara mewakili bahasa sebagai sarana manusia menyampaikan maksudnya.

*Biometric recognition* merupakan sistem pengenalan atau identifikasi seseorang berdasarkan karakteristik biologis khusus yang dimilikinya. Fungsinya selain untuk sistem keamanan dengan mengenali identitas seseorang, juga untuk identifikasi penyakit yang diderita seseorang, keperluan militer, dan lain-lain (Darma, 2009). Salah satu dari penerapan *biometric recognition* adalah *voice recognition*.

Perangkat lunak pengenalan suara pembicara (*speaker recognition*) ini merupakan cikal bakal munculnya perangkat lunak pengenalan suara (*voice recognition*). Perangkat lunak pengenalan suara adalah suatu replikasi yang memungkinkan manusia untuk menggunakan teknologi, khususnya komputer, tanpa perlu berhubungan secara langsung.

Pada penelitian ini digunakan *Fast Fourier Transform* untuk melakukan pemrosesan awal pada suara, karena lebih cepat dan efisien jika dibandingkan dengan *Discrete Fourier Transform*. Pada penelitian sebelumnya mengenai identifikasi pembicara banyak dilakukan dengan berbagai metode pengolahan sinyal, seperti *Linier Prediction Coding* (LPC) 90.61%, *Neural Predictive Coding* (NPC) 61.63%, *Mel Frequency Cepstrum Coefficients* (MFCC) 97.55%, dan sebagainya dimana metode tersebut diatas berbasiskan Transformasi Fourier.

Jaringan saraf tiruan *Self Organizing Map* (SOM) atau disebut juga dengan jaringan Kohonen telah banyak dimanfaatkan untuk pengenalan pola baik berupa citra, suara, pengompresian data, pendeteksian virus komputer, pengidentifikasian objek, sintesis suara dari teks, dan lain-lain. Penggunaan metode Kohonen dikarenakan metode ini sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Diharapkan dengan penggunaan dua metode tersebut mampu melakukan proses pengenalan pembicara sesuai dengan yang diharapkan.

## 2. FAST FOURIER TRANSFORM

Untuk mendapatkan sinyal dalam domain frekuensi dari sebuah sinyal *discrete* salah satu metode transformasi *fourier* yang digunakan adalah *discrete fourier transform* (DFT) (Harlianto, 2007), DFT dilakukan terhadap masing-masing *frame* dari sinyal yang telah di-*windowing*. Namun, yang menjadi persoalan adalah bahwa DFT tersebut memerlukan waktu komputasi yang sangat panjang untuk data yang besar. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknik komputasi yang efisien, baik dari sisi waktu maupun dari sisi penggunaan memori.

FFT adalah algoritma cepat untuk mengimplementasikan *discrete fourier transform* (DFT). FFT ini mengubah masing-masing *frame* N sampel dari domain waktu menjadi domain frekuensi.

Hasil transformasi ini dipengaruhi oleh beberapa parameter, yaitu *sample rate* sinyal suara dan *FFT size*. *Sample rate* adalah banyaknya sampel *input* analog yang diambil secara digital dengan satuan *Hertz* (Hz). *Sample rate* sinyal suara berpengaruh pada besarnya jangkauan frekuensi dari koefisien hasil FFT.

Jangkauan frekuensi hasil FFT adalah setengah dari *sample rate* sinyal suara yang ditransformasi. Artinya, apabila terdapat sinyal suara dengan *sample rate* 44100 Hz, maka koefisien-koefisien hasil transformasi dari sinyal suara tersebut berkisar dari 0 Hz sampai 22050 Hz. Jadi, semakin besar *sample rate*, maka akan semakin detail pula sampel analog yang diambil secara digital.

Sedangkan *FFT size* adalah panjang dari FFT yang digunakan. *FFT size* berpengaruh terhadap ketelitian tiap koefisien FFT. Semakin besar *FFT size*, maka tiap koefisien hasil FFT akan mewakili rentang frekuensi yang semakin kecil, sehingga ketelitiannya semakin tinggi. Sebaliknya apabila ukuran sampel FFT semakin kecil, maka tiap koefisien hasil FFT akan mewakili rentang frekuensi yang semakin besar, sehingga ketelitiannya semakin rendah.

Hasil dari FFT tersebut adalah simetris, sehingga hanya N/2 buah data dari panjang *frame* yang telah ditetapkan yang digunakan untuk proses selanjutnya. Dari N/2 buah data tersebut akan dihitung nilai *magnitude*-nya. Nilai *magnitude* terhadap frekuensi didapatkan berdasarkan rumus dibawah:

$$M(f) = \sqrt{\text{RealOut}[j]^2 + \text{ImagOut}[j]^2}$$

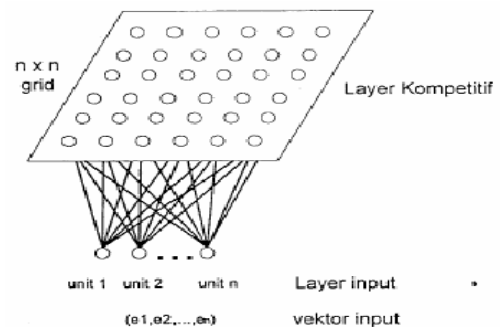
Dari hasil perhitungan dengan rumus diatas akan didapatkan nilai bertipe *real* dari 0-999999. Nilai *magnitude* ini direpresentasikan dengan nilai 0 sampai 1, untuk itu perlu di-normalisasikan terlebih dahulu agar memenuhi nilai 0 sampai 1 berdasarkan rumus berikut :

$$M(f) = \frac{M(f) - \min}{\max - \min}$$

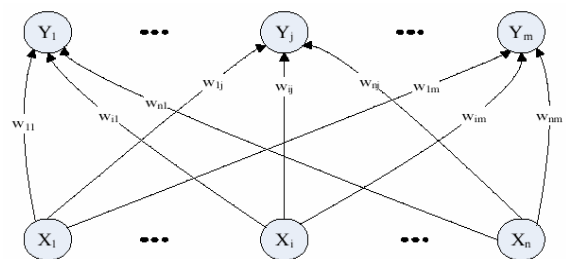
Kemudian nilai *magnitude* tersebut dihitung rata-ratanya dengan membagi N/2 buah data sehingga didapat nilai rata-rata *magnitude* yang menjadi nilai dari *frame* tersebut. Dari proses FFT inilah akan dihasilkan suatu pola DSP dari *file wav* yaitu rata-rata nilai *magnitude* tiap *frame*.

## 3. JARINGAN SOM KOHONEN

Jaringan ini menggunakan metode pembelajaran *unsupervised*, artinya di dalam melakukan pembelajaran tidak menggunakan data *output* sebagai target pembelajaran



Gambar 1. Struktur Dasar Pelatihan Mandiri Kohonen



Gambar 2. Arsitektur Jaringan Syaraf SOM

Jaringan SOM Kohonen terdiri dari dua lapisan (*layer*), yaitu lapisan *input* dan lapisan *output*. Lapisan *input* terhubung secara penuh dengan lapisan *output*. Jadi setiap unit masukan terhubung ke semua unit keluaran dan pada hubungan tersebut terdapat nilai penimbang (*weight*) tertentu. Sewaktu melakukan pembelajaran, unit kelompok yang *vector* bobotnya memiliki jarak yang

paling dekat dengan vector masukan akan dipilih sebagai pemenang. Jarak tersebut biasanya ditentukan dengan menggunakan *Euclidean Distance*. Unit pemenang dan unit tetangganya lalu diperbaharui bobotnya. Unit tetangga ditentukan berdasarkan topologi yang digunakan untuk unit pengelompokan.

## 4. ALGORITMA

### 4.1. Deskripsi Sistem

Tujuan pembuatan perangkat lunak Penerapan Algoritma *Fast Fourier Transform* dan Jaringan *Self-Organizing Map* pada Pengenalan Pembicara (*Speaker Recognition*) adalah untuk membangun suatu aplikasi yang mampu mengenali identitas dari pembicara berdasarkan karakteristik suara yang dimilikinya. Pada perangkat lunak ini menggunakan dua algoritma yaitu *Fast Fourier Transform* yang digunakan untuk ekstraksi ciri yang selanjutnya akan diproses dengan *Self Organizing Map* untuk melakukan proses pengenalan.

### 4.2. Fast Fourier Transform (FFT)

Alur pada proses FFT adalah :

1. Sampling  
Pada penelitian ini menggunakan data memiliki *sampling rate* 11025 Hz, bit per sample 16 dan *channel* mono.  
Misal, diambil sampel tiap 20 ms dengan frekuensi sampling 12000 Hz.  
 $F_s = 12000$  Hz berarti 12000 sampel tiap 1 detik.  
Disampling tiap 20 ms = 0.002 detik. Jumlah sampel tiap frame =  $(12\ 000 \times 0.002) / 1 = 240$  sampel

2. Frame Blocking  
Kemudian suara diblok menjadi beberapa frame.

$$x_1(n) = \bar{x} \cdot M + n$$

3. Windowing  
*Window* diperlukan untuk mengurangi efek discontinuitas pada ujung-ujung *frame* yang dihasilkan oleh potongan-potongan sinyal. Pada penelitian ini digunakan window Hamming :

$$W_{\text{ham}}(n) = \begin{cases} 0.52 - 0.46 \cos [2\pi n / (N-1)] & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & \text{elsewhere} \end{cases}$$

4. Hitung FFT

### 4.3 Jaringan Self Organizing Map

Pada pengenalan pola menggunakan JST *Self Organizing Map* (SOM) Kohonen data pembelajaran dikelompokkan ke dalam kelas-kelas dengan

memperhatikan kedekatan jarak antar data input untuk menghasilkan vektor bobot yang akan digunakan dalam pengenalan.

Sedangkan fungsi aktivasi yang digunakan adalah Sigmoid Biner dimana data input harus diubah nilainya terlebih dahulu sehingga memiliki nilai range 0 sampai 1. Seluruh sinyal suara akan dilatih menggunakan metode ini untuk memperbaiki bobot yang nantinya bobot akhir tersebut digunakan untuk proses pengenalan.

Berikut adalah algoritma pembelajaran SOM Kohonen (Kusumadewi, 2003) :

1. Inisialisasi bobot keterhubungan.  
Set topologi parameter tetangga.  
Set parameter laju pembelajaran.
2. Selama kondisi berhenti tidak dipenuhi kerjakan langkah 3-7.
3. Untuk setiap vector input, kerjakan langkah 4-6.
4. Untuk setiap unit keluaran hitung

$$D(J) = \sum_{i=1}^n (w_{ij} - x_i)^2$$

5. Tentukan J sehingga D(J) bernilai minimum.
6. Ganti nilai bobot dari semua unit masukan ke unit keluaran yang merupakan *neighborhood* dari J.  
 $w_{ij}(\text{baru}) = w_{ij}(\text{lama}) + \alpha (x_i - w_{ij}(\text{lama}))$
7. Ganti laju pembelajaran.
8. Kurangi radius topologi ketetanggaan pada waktu yang telah ditentukan.
9. Uji kondisi berhenti.

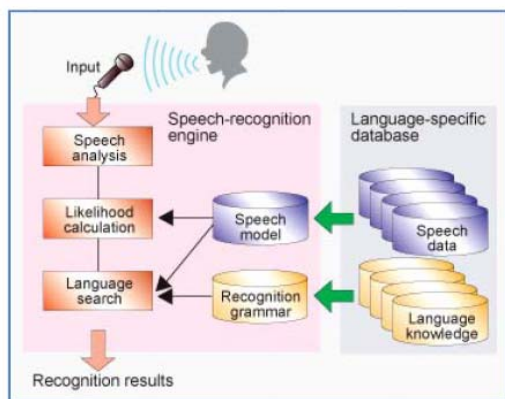
Sedangkan algoritma pengenalan SOM Kohonen adalah :

1. Set nilai bobot uji dari bobot keterhubungan hasil pembelajaran.
2. Untuk setiap unit keluaran hitung nilai

$$D(J) = \sum_{i=1}^n (w_{ij} - x_i)^2$$

3. Cari unit pemenang yaitu unit yang memiliki nilai D(J) minimum.
4. Pola termasuk dalam kelompok yang menjadi unit pemenang.
5. UJI COBA





Gambar 3 Speaker Recognition

Terdapat 4 langkah utama dalam sistem pengenalan suara (Gressia, 2008).:

1. Penerimaan data
2. Ekstraksi, yaitu menyimpan data masukan sekaligus pembuatan *database* untuk template.
3. Perbandingan/pencocokan, yaitu tahap pencocokan data baru dengan data suara (pencocokan tata bahasa) pada template
4. Validasi Identitas pengguna

Untuk mendapatkan hasil yang benar maka data yang digunakan memiliki format yang benar pula, sehingga memudahkan dalam pengoperasian aplikasi tersebut. Pada sistem ini menggunakan tiga macam data yang akan digunakan dalam pengoperasian yaitu data masukan berupa data pelatihan dari media penyimpanan, data proses yang diperlukan dan dihasilkan selama proses eksekusi dilakukan, dan data keluaran yaitu data yang dihasilkan dari proses eksekusi yang digunakan untuk menentukan identitas pembicara.

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas sekumpulan suara untuk data pelatihan dan data pengujian. Jumlah sample suara yang digunakan sebanyak 10 sample suara untuk tiap identitas dengan pengucapan kata "Hallo". Sedangkan untuk penambahan variasi kata dengan pengucapan kata angka "Satu, Dua, Tiga, Empat, Lima, Enam, Tujuh, Delapan, Sembilan, Sepuluh" digunakan jumlah identitas yang sama yaitu 10 identitas. Suara tersebut akan digunakan untuk proses pelatihan serta proses pengujian.

### Proses Pelatihan

Pada proses pelatihan, sistem akan melakukan pelatihan pada data-data yang telah diinputkan sebelumnya. Proses pelatihan ini menggunakan metode *Self Organizing Map* / Kohonen, dan akan menghasilkan bobot akhir yang nantinya akan digunakan untuk proses pengujian.

Pada JST SOM terdapat beberapa parameter yang digunakan yaitu *learning rate* (alpha), pengurangan alpha, dan epoch maksimum.

Gambar 4. Form Pelatihan

Gambar 5. Form Proses Pelatihan

### Proses Pengenalan

Proses pengenalan yaitu proses pencocokan antara suara yang dimasukkan oleh admin dengan suara yang telah terdapat di database.

Gambar 6. Gambar Form Pengenalan

Proses uji coba dimaksudkan untuk menentukan tingkat keakuratan sistem pada proses pengenalan. Pada proses uji coba digunakan

beberapa parameter pada proses pelatihan menggunakan JST *Self Organizing Map* / Kohonen yaitu pengurangan  $\alpha = 0,6$  ; laju pembelajaran/*learning rate* = 0,7 dan *threshold* = 4.

Digunakan *learning rate* ( $\alpha$ ) = 0,7 karena pada nilai ini telah didapatkan nilai bobot yang sesuai / paling mendekati pola yang telah dilatihkan pada jaringan.

Untuk *learning rate* yang cukup besar (0,6; 0,7; 0,8) akan didapatkan hasil belajar yang cepat, tetapi dengan pemetaan yang kasar. Dan untuk *learning rate* yang kecil (0,2; 0,3; 0,4; 0,5) akan didapatkan pemetaan yang bagus dengan waktu belajar yang lebih lama.

Untuk nilai *threshold* yang besar maka jumlah identitas yang dikenali semakin banyak. Sebaliknya jika nilai *threshold* kecil, semakin sedikit pula jumlah identitas yang dapat dikenali.

**Tabel 4.2. Perbandingan Nilai Threshold**

Threshold	Keterangan
2	Jumlah yang dikenali 4
3	Jumlah yang dikenali 5
4	Jumlah yang dikenali 7

Hasil yang diperoleh dari ujicoba menggunakan suara yang tidak terdaftar dan suara yang terdaftar dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.3. Persentase nilai FRR dan FAR**

Koef FFT	Max Epoch	% FRR	% FAR
10	100	$12/20 * 100 = 60 \%$	$8/20 * 100 = 40 \%$
20	100	$14/20 * 100 = 70 \%$	$6/20 * 100 = 30 \%$
30	100	$12/20 * 100 = 60 \%$	$8/20 * 100 = 40 \%$

Sedangkan hasil uji coba dengan menggunakan variasi kata angka “Satu, Dua, Tiga, Empat, Lima, Enam, Tujuh, Delapan, Sembilan, Sepuluh” dengan data pelatihan = 100, data pengenalan = 20 didapatkan akurasi sebesar 45 % .

## 6. PENUTUP

### 6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian pembuatan perangkat lunak telah yang dilakukan adalah :

1. Pada sistem pengenalan pembicara dengan pengucapan kata “Hallo” menggunakan JST SOM dengan ekstraksi ciri menggunakan FFT dengan variabel laju pembelajaran ( $\alpha$ ) = 0,7 ; pengurangan  $\alpha$  ( $\delta$ ) = 0,6 ; *threshold* = 4 ; dan jarak similaritas = 0.000000000000000001;

diperoleh hasil pengenalan sebesar 70%. Sedangkan akurasi dari pengucapan variasi kata angka “Satu, Dua, Tiga, Empat, Lima, Enam, Tujuh, Delapan, Sembilan, Sepuluh” sebesar 45 %.

2. Koefisien FFT sangat mempengaruhi kinerja sistem baik dalam proses pelatihan maupun dalam proses pengenalan. Semakin banyak koefisien FFT yang digunakan maka semakin banyak pula ciri yang digunakan dalam proses JST SOM.
3. Nilai *threshold* sangat mempengaruhi proses pengenalan. Karena nilai *threshold* digunakan sebagai batas jarak Euclidean Distance dalam proses pencocokan.
4. Jarak similaritas mempengaruhi jumlah iterasi atau epoch maksimum dalam penentuan bobot, sehingga iterasi berhenti akan berhenti bila jarak similaritas terpenuhi meskipun nilai masukan epoch maksimum belum terpenuhi.

### 6.2. Saran

Dari hasil penelitian ini dapat dikemukakan beberapa saran untuk memperbaiki kinerja sistem aplikasi *speaker recognition* adalah :

1. Perangkat lunak yang telah dibuat pada penelitian ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem pengenalan suara secara real time.
2. Menggunakan lebih banyak variasi data pelatihan sehingga akan didapat hasil yang lebih baik.
3. Untuk mendapatkan hasil yang akurat sebaiknya memperhatikan proses pengambilan sampel suara agar didapatkan spektrum yang lebih baik. Misal, memperhatikan kualitas microphone, tempat pengambilan sampel yang bebas dari noise/keributan, dan alat perekam suara yang bagus.
4. Sampel suara atau *file wav* hendaknya di-*edit* terlebih dahulu dengan memotong bagian suara yang memiliki spektrum saja sepanjang data yang diinginkan agar nilai data yang diinginkan konsisten.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Melissa, Gressia. Pencocokan Pola Suara (Speech Recognition) dengan Algoritma FFT dan Divide and Conquer. Program Studi Teknik Informatika ITB. 2008.
- [2] Ho, CE. Speaker Recognition System, Project Report. California : California Institut of Technology. 1998.
- [3] Tanudjaja, Harlianto. Pengolahan Sinyal Digital dan Sistem Pemrosesan Sinyal. Yogyakarta: Penerbit Andi. 2007.

- [4] Ashok, Ambardar. Analog and Digital Processing -2nd ed. Brook/Cloe Publishing Company. 1999.
- [5] Fausett, Laurene. Fundamentals of Neural Networks : Architectures, Algorithms, and Applications. USA: Prentice-Hall Inc. 1994.
- [6] Kusumadewi, Sri. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya). Yogyakarta : Graha Ilmu. 2003.
- [7] Putra, Darma. Sistem Biometrika (Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika). Yogyakarta : Penerbit Andi. 2009.

# WEB APLIKASI SISTEM PAKAR HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN (STUDI KASUS TANAMAN ANGGREK DAERAH SELATAN PAPUA)

Sri Murniani Angelina Letsoin<sup>1</sup> dan Kaharuddin<sup>2</sup>

*Jurusan Sistem Informasi, Universitas Musamus, Merauke*  
*Jurusan Teknik Informatika, Universitas Musamus Merauke*

## Abstrak

Sebagian besar anggrek asli Papua memiliki ciri yang unik yang tidak ditemui pada spesies anggrek di daerah lain. Keunikan ini memunculkan perilaku identifikasi, antara lain penelusuran kemungkinan adanya hama penyakit tanaman yang bervariasi. Namun, tingkat kevariasian ini haruslah mendekati kebenaran identifikasi hama dan penyakit tanaman anggrek itu sendiri.

Teorema Bayes merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kemungkinan kebenaran terjadinya sebuah *evidence*, yang dalam penulisan ini adalah untuk menentukan tingkat kepastian identifikasi penyakit hama tanaman anggrek berdasarkan gejala yang terjadi. Penerapan metode ini diharapkan dapat menentukan probabilitas *evidence* penyakit tanaman anggrek.

Kata kunci :bayes, pakar, anggrek, web

## 1. Pendahuluan

Anggrek papua asli memiliki karakteristik khas yang cukup menarik yang tidak dimiliki pada daerah lain di Indonesia. Perbedaan ini tampak dari bentuk, ukuran, warna bunga dan, tempat tumbuhnya. Papua juga menyimpan berbagai keanekaragaman hayati baik flora dan fauna yang sampai saat ini belum sepenuhnya tereksplorasi.

Demikian halnya gejala yang mungkin terjadi pada suatu spesies tanaman yaitu kemungkinan adanya hama dan penyakit. Proses identifikasi hama penyakit ini umumnya dilakukan oleh seorang pakar, dalam hal ini adalah pakar anggrek. Namun dengan kekhususan karakteristik ataupun ciri anggrek papua ini, memungkinkan tidak adanya dokumentasi penyakit anggrek berdasarkan gejala penyakit, yang tersedia secara umum untuk diakses, yang merunut kepada gejala penyakit yang mungkin terjadi pada tanaman anggrek tersebut.

Permasalahan ini memunculkan kebutuhan akan kepakaran seseorang dalam bidang anggrek khususnya, untuk mengidentifikasi penyakit hama tanaman dalam sebuah aplikasi atau sebuah system terkomputerisasi, yang dapat diacu oleh pemilik ataupun entitas yang terlibat dalam budi daya konservasi tanaman anggrek.

Kaitannya dengan proses identifikasi penyakit ini dibutuhkan metode penentu tingkat kepastian untuk mendeskripsikan gejala-gejala yang terjadi ke dalam suatu elemen diagnosis penyakit, penyebab dan solusi. Sehingga pada aplikasi ini juga diterapkan teorema bayes untuk menentukan tingkat probabilitas penyakit tanaman yang mungkin terjadi berdasarkan gejala-gejala penyakit.

## 2. Rumusan Masalah

Kebutuhan akan identifikasi atau klasifikasi penyakit berdasarkan gejala yang dipilih dengan tingkat kemungkinan yang mendekati penyakit sesungguhnya, dan dapat diakses secara luas.

## 3. Tinjauan Pustaka

### 3.1 Teorema Bayes

Teorema Bayes merupakan pendekatan statistik untuk melakukan inferensi induksi pada persoalan klasifikasi. Metode ini menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. Cara ketidakpastian dinyatakan dalam formula bayes :

$$P(H/X) = \frac{P(X/H)P(H)}{P(X)} \dots\dots 1$$

Keterangan :

- $X$  = data dengan *class* yang belum diketahui
- $H$  = hipotesis data  $X$  merupakan suatu *class* spesifik
- $P(H/X)$  = probabilitas hipotesis  $H$  benar berdasarkan kondisi  $X$
- $P(X/H)$  = probabilitas  $X$  berdasar kondisi pada hipotesis  $H$
- $P(X)$  = probabilitas *evidence*  $X$
- $P(H)$  = probabilitas *evidence*  $H$

### 3.2 Identifikasi tanaman Anggrek

Proses identifikasi perbedaan karakteristik tanaman anggrek dapat diamati dari bentuk fisik yaitu akar, batang, daun, bunga dan buah. Dalam penulisan ini akan diklasifikasikan berdasarkan akar, batang serta daun.

#### 3.3.1 Daun

Bentuk daun ada yang bulat panjang seperti pensil, sempit atau lebar mirip palem, berdaging tipis atau tebal, permukaan halus atau kasar, bahkan ada yang tidak berdaun. Rata-rata bentuk helaian daunnya melebar ke arah ujung dan bagian pangkalnya menghimpit batang atau pangkal daun diatasnya. Warna daun hijau dengan tekstur tebal dan berdaging karena memiliki zat hijau (klorofil) serta berfungsi untuk menyimpan air dan cadangan makanan.

#### 3.3.3 Batang

Batang anggrek dapat dibedakan berdasarkan tipe pertumbuhannya, ada yang berbentuk tunggal dengan ujung batang tumbuh lurus tidak terbatas. Pola pertumbuhan yang demikian disebut pertumbuhan *monopodial*. Anggrek dengan tipe batang ini, batang utamanya tidak terbatas panjangnya. Selain batang tipe *monopodial*, dikenal pula tipe *simpodial*. Anggrek yang memiliki batang tipe simpodial adalah anggrek dengan pertumbuhan ujung batang yang terbatas.

#### 3.3.4 Akar

Anggrek di habitat aslinya hidup dengan cara epifit. Akarnya menempel pada batang atau dahan tanaman lain. Biasanya akar yang menempel tersebut mengikuti bentuk permukaan batang tempatnya menempel. Pada akar terdapat jaringan

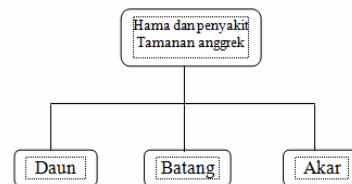
velamen yang berfungsi memudahkan akar untuk menyerap air. Jaringan ini berfungsi sebagai alat pernapasan anggrek.

## 4. Analisis dan Perancangan

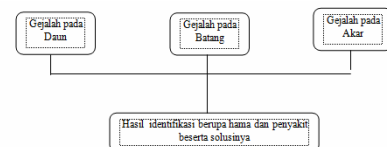
Tahapan ini akan menganalisis kebutuhan system untuk aplikasi kepakaran tanaman anggrek.

### 4.1 Analisis Masalah

Digambarkan lingkup yang dirancang sebagai berikut:



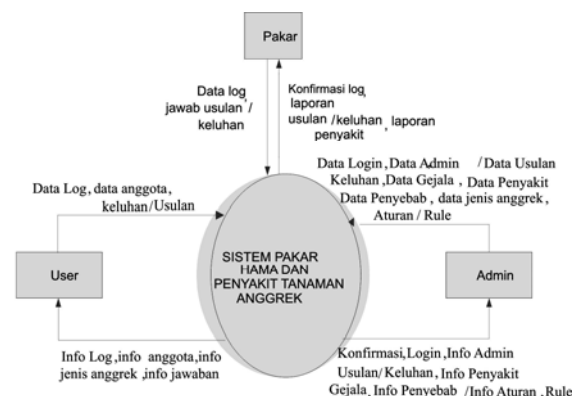
Gambar 4.1 Lingkup identifikasi Penyakit



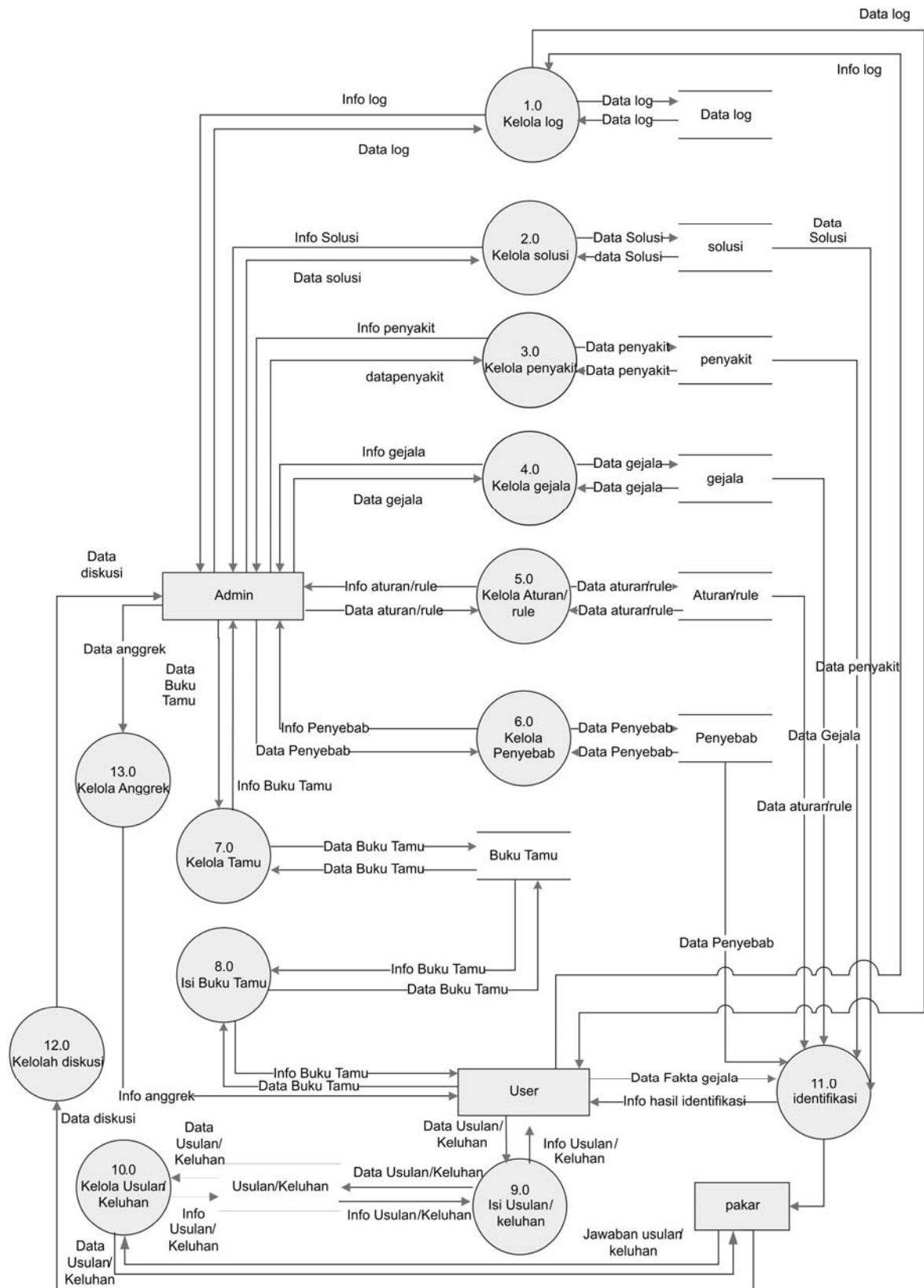
Gambar 4.2 Lingkup Hasil Identifikasi

### 4.2 Analisis Model Sistem

Model system berdasarkan analisis masalah, dinyatakan dalam model alir diagram DFD sebagai berikut:



Gambar 4.3 Diagram Overview Sistem



Gambar 4.4 level 0 Aplikasi

#### 4.3 Analisis Pengguna

No.	Pengguna	Hak Akses
1.	Admin	Sebagai <i>actor</i> yang melakukan proses CRUD ( <i>create, read, update, delete</i> ) data login, penyakit, gejala, penyebab, jenis anggrek, data aturan rule, info keluhan.
2.	Pakar	Sebagai actor yang bertanggung jawab terhadap data, log keluhan/usulan, dan laporan-laporan antara lain penyakit, dan keluhan
3.	User	Pengguna dapat mengakses web aplikasi kepakaran untuk penelusuran informasi jenis anggrek, daftar penyakit dan definisinya, usulan/keluhan dan penelusuran penyakit

#### 4.4 Analisis Struktur Data

Beberapa struktur data ditampilkan sebagai berikut:

##### Tabel Gejala penyakit

Nama tabel : Gejala\_penyakit  
 Kunci utama (\*) : -  
 Kunci tamu (\*\*) : kode\_Gejala, kode\_penyakit  
 Fungsi : untuk menghubungkan antara tabel penyakit dan tabel gejala  
 Kamus data : GejalaPenyakit  
 {Kode\_gejala + Kode\_penyakit}

Tabel 4.1. tabel gejala penyakit.

Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Keterangan
Kode_Gejala	Teks	5	Kode Solusi
Nama_Penyakit	Teks	5	Nama Penyakit
Probabilitas	Auto number	-	Probabilitas
Urut	Auto Number	-	Urut

##### Tabel Penyebab penyakit

Nama tabel : penyebab\_penyakit  
 Kunci utama (\*) : -  
 Kunci tamu (\*\*) : kode\_penyebab, kode\_penyakit  
 Fungsi : untuk menghubungkan antara tabel penyakit dan tabel gejala  
 Kamus data : PenyebabPenyakit  
 {Kode\_penyebab + Kode\_penyakit}

Tabel 4.2. tabel penyebab penyakit.

Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Keterangan
Kode_Penyebab	Teks	5	Kode Penyebab
Nama_Penyakit	Teks	5	Nama Penyakit

##### Tabel Gejala

Nama tabel : gejala  
 Kunci utama (\*) : kode\_gejala  
 Kunci tamu : -  
 Fungsi : untuk menyimpan data gejala  
 Kamus data : gejala  
 {kode\_gejala\* + gejala + probabilitas}

Tabel 4.3. tabel gejala.

Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Keterangan
Kode_Gejala	Teks	5	Kode gejala
Nama_Gejala	Teks	200	Nama gejala
Probabilitas	Auto Number	-	Probabilitas

##### Tabel Aturan

Nama tabel : basis\_aturan  
 Kunci utama (\*) : id\_aturan  
 Kunci tamu (\*\*) : kode\_penyakit dan kode\_gejala.  
 Fungsi : untuk menyimpan data aturan  
 Kamus data : aturan  
 {id\_aturan\* + kode\_penyakit\*\* + kode\_gejala\*\*}

Tabel 4.4. tabel basis aturan.

Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Keterangan
Id_aturan	Auto Number	-	Id aturan
Kode_penyakit	Teks	5	Kode penyakit
Kode_gejala	Teks	5	Kode gejala

#### 4.5 Analisis Penerapan Metode

Pada tahap ini akan diterapkan formula bayes, dengan prosedur awal adalah mengumpulkan sample data gejala dan penyakit. Dari 10 sampel data, beberapa ditampilkan dalam table 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Sample data gejala dan penyakit

Gejala	Nama Gejala	Penyakit
G001	Daun dan umbi batang menguning, mengeriput	P002 Busuk Akar ( <i>Rhizoctania Solani</i> )
G002	Jika pangkal batang ditekan mengeluarkan cairan	
G003	Tanaman Nampak layu	
G004	Tanaman kerdil dan akhirnya mati	

- Contoh Hipotesis dalam analisis ini adalah tanaman dengan gejala-gejala tertentu dinyatakan menderita penyakit P002 dari 10 sample yang diambil.

$G1 = P002 = \text{yes} ; G2 = P002 = \text{no}$

- Misal terdapat data Gejala X = (daun= “daun dan umbi batang menguning”; batang= “pangkal batang ditekan mengeluarkan cairan”; akar = “Nampak layu”)
- Beberapa perhitungan ditampilkan sebagai berikut:

Hitung prior probability berdasar sample data :

$$P(P002 = \text{“yes”}) = 7/10 = 0.7$$

$$P(P002 = \text{“no”}) = 3/10 = 0.3$$

Hitung  $P(X|G)$

- $P(\text{daun} = \text{menguning} | P002 = \text{“yes”}) = 5/10 = 0.5$
- $P(\text{daun} = \text{menguning} | P002 = \text{“no”}) = 3/10 = 0.3$
- $P(\text{batang} = \text{“pangkal batang ditekan keluar cairan”} | P002 = \text{“yes”}) = 3/5 = 0.6$
- $P(\text{batang} = \text{“pangkal batang ditekan keluar cairan”} | P002 = \text{“no”}) = 1/3 = 0.3$
- $P(\text{akar} = \text{“tampak layu”} | P002 = \text{“yes”}) = 8/10 = 0.8$
- $P(\text{batang} = \text{“tampak layu”} | P002 = \text{“no”}) = 2/10 = 0.2$

$$P(X|P002 = \text{“yes”})$$

$$= 0.5 * 0.6 * 0.8 = 0.24$$

$$P(X|P002 = \text{“no”})$$

$$= 0.3 * 0.3 * 0.2 = 0.018$$

$$P(X|P002 = \text{“yes”}) P(P002 = \text{“yes”}) = 0.24 * 0.7$$

$$= 0.168$$

$$P(X|P002 = \text{“no”}) P(P002 = \text{“no”}) = 0.018 * 0.3$$

$$= 0.01$$

Kesimpulan : P002 atau Penyakit Busuk Akar = “yes”

## 4.6 Analisis kebutuhan Non fungsional

No.	Tahapan Pembuatan
1.	<p>Spesifikasi <i>Hardware</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Processor Intel Pentium LGA 775 2,8 GHZ</li> <li>Memory 512 GB</li> <li>Hardisk 80 GB.</li> <li>Mouse, Keyboard, dan Monitor 15”.</li> </ul> <p>Spesifikasi <i>Software</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Windows 7</li> <li>Adobe Photoshop 7</li> <li>Macromedia Dreamweaver CS 3</li> <li>Appserv 2.5.9</li> <li>MySQL 7.24</li> <li>EditPlus 3</li> </ul>
2.	<p>Tahapan Implementasi (spesifikasi minimal untuk menjalankan aplikasi) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Processor Pentium III 450 MHz.</li> <li>Memory 128 MB.</li> <li>Kapasitas sisa harddisk minimal 1 GB</li> <li>Mouse, Keyboard, dan Monitor.</li> </ul>

## 5. Hasil dan Pengujian

### 5.1 Hasil Implementasi

#### 5.1.1 Halaman User

Beberapa tampilan user yang dibangun antara lain sebagai berikut:

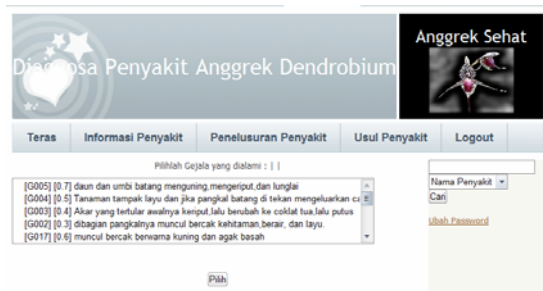


Gambar 5.1 Halaman Jenis Anggrek



Gambar 5.2 Halaman Informasi Penyakit





Gambar 5.3 Halaman Penelusuran Penyakit



Gambar 5.7 Halaman Penyebab Penyakit

## 5.1.2 Halaman Admin

Beberapa halaman admin, ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 5.4 Halaman tambah penyakit

## 5.1.3 Halaman Pakar

Pakar harus login terlebih dulu untuk dapat mengelola halaman pakar. Berikut merupakan halaman login pakar:



Gambar 5.8 Halaman login pakar



Gambar 5.5 Halaman edit penyakit

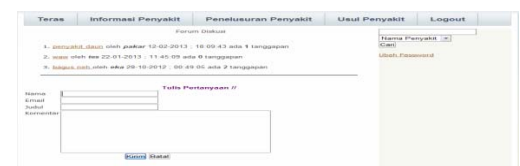
Setelah login berhasil, maka pakar dihadapkan kepada menu yang dapat dikelola, antara lain:



Gambar 5.9 HalamanUtamaPakar



Gambar 5.6 Halaman edit gejala



Gambar 5.10 Halaman forum diskusi

## 5.2 Pengujian Aplikasi







Tahapan pengujian yang dilakukan menggunakan metode *blackbox*, dengan mengamati perilaku system. Jika perilaku system hasil implementasi sesuai dengan rancangan system maka system dikatakan telah teruji benar. Beberapa hasil pengujian ditampilkan sebagai berikut:



### 5.2.1 Skenario Pengujian

Beberapa scenario pengujian disusun sebagai berikut:

Kelas Uji	Butir Uji
Tampil <i>Form</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harus dapat menampilkan <i>Form</i>. Jenis anggrek</li> <li>• Harus dapat menampilkan <i>Form</i> anggota.</li> <li>• Harus dapat menampilkan <i>Form</i> informasi penyakit.</li> <li>• Harus dapat menampilkan <i>Form</i> tentang kami.</li> <li>• Harus dapat menampilkan <i>Form</i> halaman utama user</li> <li>• Harus dapat menampilkan <i>FormForm</i> halaman utama pakar</li> <li>• Harus dapat menampilkan <i>FormForm</i> halaman utama admin</li> </ul>
Pengolahan Data gejala_penyakit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambah data gejala_penyakit</li> <li>• Ubah data gejala_penyakit</li> <li>• Hapus data gejala_penyakit</li> </ul>

### 5.2.2 Hasil Pengujian

Syarat	Hasil	Dapat Dilakukan
Harus dapat menampilkan <i>form</i> Teras.		
Harus dapat menampilkan <i>form</i> anggota		
Harus dapat menampilkan <i>form</i> informasi penyakit		

Input	Output	Pengamatan	Hasil
Kode penyakit: P017 Nama penyakit: Tess 111 definisi: tes 111 keterangan : tes 111	Data yang telah tersimpan dapat diedit.	Data berhasil diedit.	
Klik tombol edit	Data penyakit yang telah diubah dapat tersimpan pada tabel data penyakit.	Tombol Edit berfungsi dan data berhasil tersimpan dengan perubahan.	

## 6. Kesimpulan dan saran

### 6.1 Kesimpulan

- Fungsional web aplikasi ini dapat digunakan untuk memberikan hasil identifikasi hama penyakit tanaman anggrek berdasarkan gejala penyakit.
- Proses pada teorema bayes diawali dengan distribusi probabilitas pada himpunan data yang dianalisa. Semakin tinggi probabilitas semakin pasti potensi hama penyakit yang menyerang tanaman.

### 6.2 Saran

- Semakin banyak varietas anggrek dengan ke-khasan karakteristiknya, memungkinkan ber-variasinya gejala yang dapat saja menambah kompleksitas identifikasi penyakit sehingga dibutuhkan metode dan visualisasi gejala yang semakin representative.

## DaftarPustaka

- Arhami, M. 2005. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Ian Sommerville. 2003. *Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)* Edisi 6/Jilid 1, Jakarta : Penerbit Erlangga.

- Jaja Jamaludin Malik. 2010 *Mudah Belajar membuat aplikasi pemograman delphi 2010*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Kusrini. 2008. *Aplikasi sistem pakar*, Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Luthfi, E dan Kusrini. 2009. *Algoritma Data Mining*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Saputro, H. 2003. *Manajemen Database MySQL Menggunakan MySQL Front*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sidik, B. 2005. *MySQL Untuk Pengguna, Administrator, dan Pengembang Aplikasi Web*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Siswanto. 2010. *Kecerdasan Tiruan*, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Sunarfrihantono, B., 2003, *PHP dan MySQL untuk Web*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Sutanta, E. 2005. *Pengantar Teknologi Informasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Trubus Info Kit. 2005. *Anggrek Dendrobium*. . Bogor : PT.Trubus Swadaya, Bogor.

# IDENTIFIKASI KORELASI NILAI UAN DAN NILAI IPK MENGGUNAKAN ALGORITMA BACKPROPAGATION (STUDI KASUS MAHASISWA STMIK AKAKOM)

Sri Redjeki<sup>1)</sup> Alir Retno<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Jurusan Teknik Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta  
Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta  
085640451632*

*E-mail : dzeke@akakom.ac.id*

<sup>2)</sup> *Jurusan Teknik Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta  
Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta  
085640451632*

*E-mail : etnoarelz@gmail.com*

## Abstrak

Sistem penerimaan mahasiswa baru di STMIK AKAKOM selama 5 tahun terakhir menggunakan nilai UAN (Ujian Akhir Nasional) sebagai acuan untuk memutuskan calon mahasiswa diterima atau tidak. Kajian mengenai keberhasilan metode ini belum dilakukan secara komprehensif untuk melihat proses pendidikan di STMIK AKAKOM apakah berhasil dengan pedoman penerimaan mahasiswa baru saat ini. Berdasarkan hal ini, maka penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah nilai UAN dapat memberikan korelasi terhadap keberhasilan mahasiswa yang diukur dari nilai IPK kelulusan.

Metode yang digunakan pada penelitian untuk melihat hubungan antara UAN dan IPK yaitu dengan pendekatan metode jaringan saraf tiruan dengan menggunakan algoritma *backpropagation*. Jaringan sara tiruan merupakan salah satu metode yang terdapat pada soft computing yang mampu memberikan prediksi dengan baik terhadap data-data yang bersifat non linier.

Data yang digunakan pada penelitian sebanyak 270 lulusan yang lulus pada tahun 2010. Data tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu data untuk training sebanyak 80% dan data untuk testing sebanyak 20%. Hasil pada proses pengujian menunjukkan akurasi sistem hanya sekitar 74,63%. Hasil dari JST diperkuat dengan hasil olah data menggunakan SPSS, dimana korelasi antara nilai UAN terhadap nilai IPK hanya sekitar 0,5 (50%). Hal ini memberikan gambaran bahwa nilai UAN belum dapat menunjukkan hubungan atau korelasi terhadap nilai IPK mahasiswa.

Kata kunci : Akurasi, Backpropagation, UAN, IPK, Jaringan Saraf Tiruan.

## 1. Pendahuluan

Keberhasilan perguruan tinggi dalam menghasilkan lulusan yang bermutu serta sesuai dengan standar Direktorat Pendidikan Tinggi (DIKTI) akan memberikan dampak yang besar terhadap keberadaan serta *sustainability* perguruan tinggi tersebut. Dalam menghasilkan mutu lulusan perguruan tinggi yang baik banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain masukan (calon mahasiswa), manajemen pengelolaan Perguruan Tinggi, sumber daya manusia, sarana prasarana

pendukung proses pembelajaran dan faktor eksternal pendukung lainnya misal kerjasama dengan pihak-pihak terkait dalam pengelolaan perguruan tinggi.

STMIK AKAKOM merupakan salah satu perguruan tinggi swasta menyadari bahwa kualitas calon mahasiswa yang masuk ke STMIK AKAKOM rata-rata mempunyai kemampuan menengah kebawah, hal ini terkait dengan tingkat persaingan masuk perguruan tinggi yang cukup ketat di Indonesia khususnya wilayah Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Keadaan calon mahasiswa seperti ini akan mempengaruhi proses

pembelajaran yang ada karena kurangnya agresifitas, rendahnya motivasi dalam belajar maupun minimnya kreatifitas dalam mengerjakan tugas-tugas yang ada. Upaya-upaya telah dilakukan tetapi tidak mendapatkan hasil yang signifikan untuk peningkatan prestasi mahasiswa maupun lulusan.

STMIK AKAKOM dalam melakukan penerimaan mahasiswa baru telah memanfaatkan nilai Ujian Akhir Nasional (UAN) sebagai pengganti ujian tulis dengan range tertentu. Pertimbangan ini diyakini ada hubungan prestasi akademik (dalam hal ini nilai UAN) calon mahasiswa sebelum masuk ke jenjang perguruan tinggi terhadap prestasi akademik di perguruan tinggi (IPK kelulusan). Sistem ini telah dijalankan 4 tahun lebih yaitu mulai tahun 2008/2009 dan akan dilakukan telaah ulang apakah kebijakan tersebut dapat dipertahankan atau tidak.

Untuk melihat apakah benar ada korelasi nilai UAN dan nilai IPK kelulusan maka perlu dilakukan penelitian yang komprehensif terhadap permasalahan tersebut, sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kebijakan tersendiri untuk proses penerimaan mahasiswa baru dimasa yang akan datang, apakah akan menggunakan nilai UAN sebagai filter utama penerimaan mahasiswa baru atau sebagai tambahan nilai pada proses penerimaan mahasiswa baru.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai IPK kelulusan mahasiswa cukup banyak variasinya dan cenderung bersifat non linier, melihat hal ini maka perlu dilakukan pendekatan metode yang dapat mengakomodasi data-data dengan sifat tersebut. Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu metode *softcomputing* yang sangat handal untuk melakukan komputasi secara paralel dengan cara belajar dari pola-pola yang diajarkan, sehingga dapat melakukan identifikasi adanya hubungan nilai UAN dan IPK kelulusan mahasiswa.

## 2. Model, Analisa, Desain dan Implementasi

### 2.1. Data Mining

Data Mining memang salah satu cabang ilmu komputer yang relatif baru. Dan sampai sekarang orang masih memperdebatkan untuk menempatkan *data mining* di bidang ilmu mana, karena *datamining* menyangkut *database*, kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dan statistik. Ada pihak yang berpendapat bahwa *data mining* tidak lebih dari *machine learning* atau analisa statistik yang berjalan di atas *database*. Namun pihak lain berpendapat bahwa *database* berperan penting di *data mining* karena *data mining* mengakses data

yang ukurannya besar (bisa sampai terabyte) dan disini terlihat peran penting *database* terutama dalam optimisasi *query*-nya. Definisi *data mining* (Jiawei, 2000) adalah proses mengekstraksi pola-pola yang menarik (tidak remeh-temeh, implisit, belum diketahui sebelumnya, dan berpotensi untuk bermanfaat) dari data yang berukuran besar. Terdapat beberapa istilah yang mempunyai kemiripan dengan *data mining*, yaitu ekstraksi pengetahuan, analisis pola, pengerukan data, dan lain-lain. Beberapa buku menulis bahwa *data mining* merupakan sinonim dari istilah *knowledge discovery in database* (KDD) (Jiawei,2000).

### 2.2. Propagasi Balik (*Backpropagation*)

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan digunakan karena jaringan saraf tiruan ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Kusumadewi,2003). Salah satu algoritma JST yang paling sering digunakan dalam melakukan identifikasi yaitu *backpropagation*. Metode perambatan balik merupakan metode yang sering digunakan dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Istilah tersebut diambil dari cara kerja jaringan ini, yaitu dilakukan berdasarkan perbedaan antara keluaran dengan target maka dihitung gradien kesalahan unit-unit, yang hasilnya kemudian digunakan untuk menghitung gradien kesalahan unit-unit pada layer sebelumnya. (Limin Fu, 1994)

Algoritma pembelajaran untuk jaringan dengan satu layer tersembunyi (dengan fungsi aktivasi sigmoid bipolar) adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.
2. Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 3-9.
3. Untuk setiap pasang data pembelajaran, lakukan langkah 4-9.

Fase I : Perambatan Maju

Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.

4. Hitung semua keluaran di unit tersembunyi  $z_j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, p$ ) :

$$z_{netj} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad ; \quad z_j = f(z_{netj}) = \frac{2}{1 + e^{-z_{netj}}} - 1$$

5. Hitung semua keluaran di unit keluaran  $y_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) :

$$y_{netk} = w_{k0} + \sum_{i=1}^p z_i w_{ki} \quad ; \quad y_k = f(y_{netk}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{netk}}}$$

Fase II : Perambatan Mundur

- Hitung faktor  $\delta$  unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran  $y_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) :

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{netk}) = (t_k - y_k) \frac{(1 + y_k)(1 - y_k)}{2}$$

$\delta_k$  merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar di bawahnya (langkah 8).

- Hitung suku perubahan bobot  $w_{kj}$  dengan laju pembelajaran  $\alpha$  :

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad ; \quad k = 1, 2, \dots, m \quad ; \quad j = 0, 1, \dots, p$$

- Hitung faktor  $\delta$  unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi  $z_j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, p$ ) :

$$\delta_{netj} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj}$$

Faktor  $\delta$  unit tersembunyi :

$$\delta_j = \delta_{netj} f'(z_{netj}) = \delta_{netj} \frac{(1 + z_j)(1 - z_j)}{2}$$

- Hitung suku perubahan bobot  $v_{ji}$  dengan laju pembelajaran  $\alpha$  :

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, p \quad ; \quad i = 0, 1, \dots, n$$

Fase III : Perubahan Bobot

- Hitung semua perubahan bobot. Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran :

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj}$$

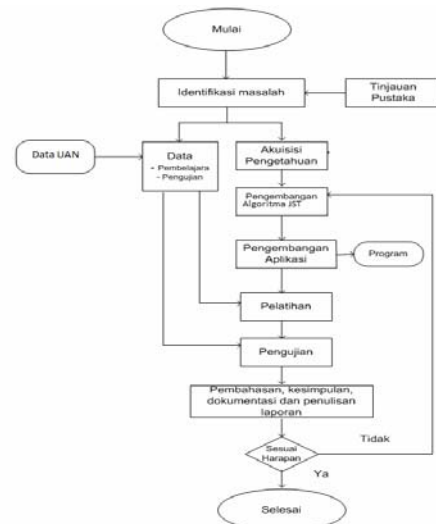
( $k=1, 2, \dots, m$  ;  $j=0, 1, \dots, p$ )

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi :

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (j=1, 2, \dots, p \quad ; \quad i=0, 1, \dots, n)$$

## 2.3. Pemodelan Sistem Umum

Sistem yang didesain untuk melakukan identifikasi hubungan nilai UAN dan IPK dengan studi kasus data mahasiswa yang telah lulus pada tahun 2010 mempunyai tahapan dan langkah-langkah seperti pada *flowchart* yang ada pada gambar 1.

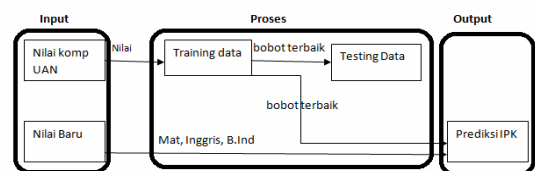


Gambar 1 Flowchart Sistem Identifikasi

Hasil pengujian pada sistem yang berupa nilai prediksi IPK akan dikategorikan kedalam range korelasi yang telah di klasifikasikan sebelumnya. Untuk melihat besarnya korelasi nilai UAN terhadap IPK mahasiswa akan diolah terlebih dahulu dengan menggunakan SPSS.

### a. Rancangan Jaringan Saraf Tiruan

Rancangan sistem yang menggunakan jaringan saraf tiruan sebagai algoritma utama untuk mengetahui hubungan nilai UAN dan IPK dapat dilihat pada blok diagram gambar 2.

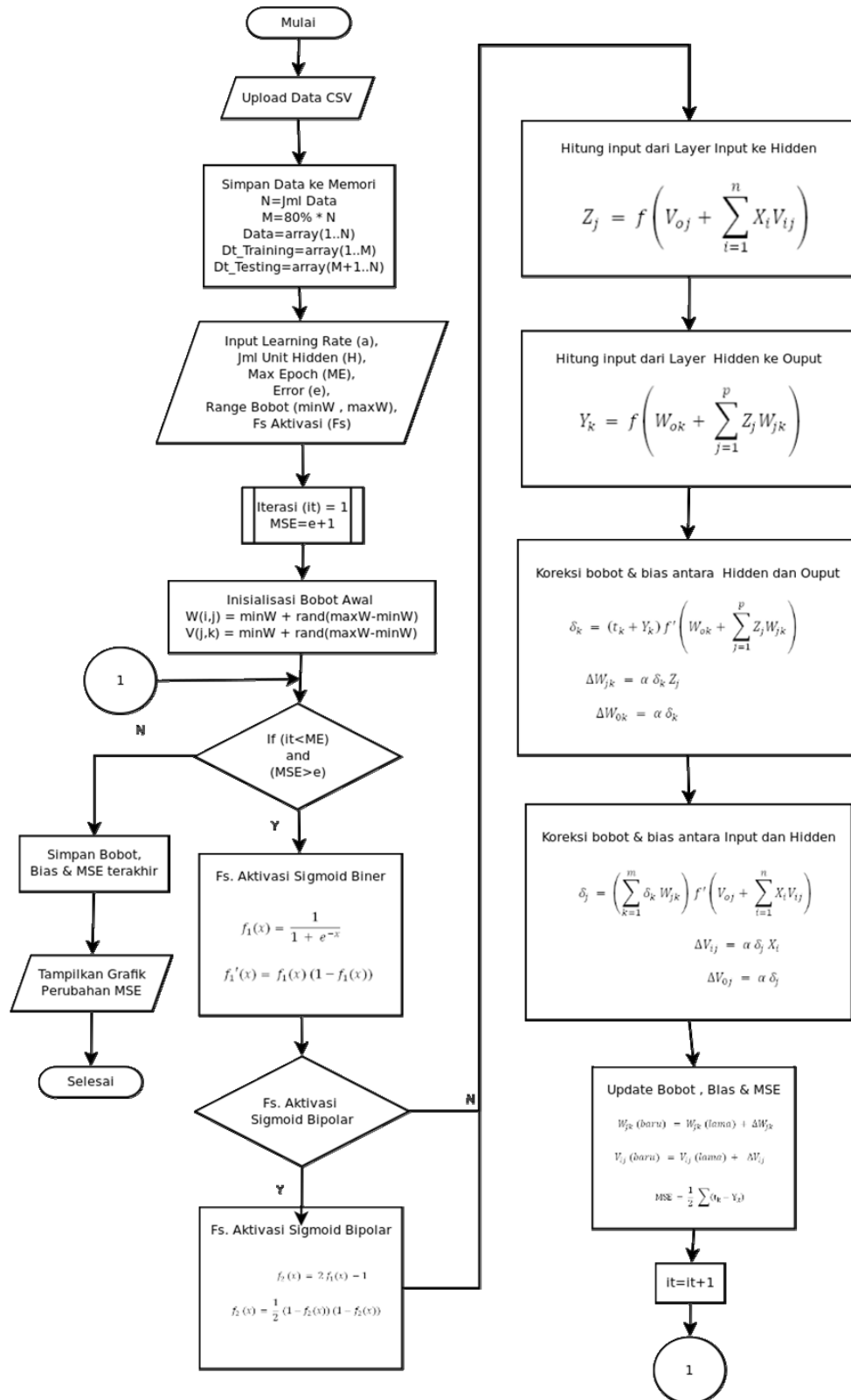


Gambar 2 Blok Diagram Jaringan Saraf Tiruan

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa terdapat tahapan yaitu input data, proses data dan output sistem. Input data sistem merupakan nilai komponen UAN yaitu nilai Matematika, Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Proses sistem yang menggunakan Jaringan Saraf Tiruan dibagi menjadi 2 tahapan lagi yaitu tahap pelatihan dan testing data. Data yang digunakan pada penelitian sebanyak 270 mahasiswa yang lulus pada tahun 2010. Data tersebut dibagi menjadi 2 bagian yaitu 80% digunakan untuk pelatihan (*training*) dan 20% digunakan untuk proses pengujian (*testing*). Hasil dari proses pelatihan yang berupa bobot terbaik akan digunakan untuk testing dan juga untuk prediksi.



Proses pelatihan (*training*) pada jaringan saraf tiruan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 3. Flowchart Proses Training JST

rate. Parameter-parameter tersebut diharapkan akan memberikan dampak terhadap hasil pelatihan. Sedangkan untuk proses pengujian (testing) dapat dilihat pada gambar 5.





Hasil pada tahapan testing dapat dilihat besarnya akurasi hasil prediksi IPK sehingga akan terlihat besarnya hubungan nilai UAN dan nilai IPK.

## b. KebutuhanData

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data mahasiswa yang lulus tahun 2010. Data mahasiswa tersebut terdiri dari 2 jenis data yaitu nilai UAN dan IPK. Data nilai UAN yang diambil adalah nilai komponen UAN terdiri dari nilai Matematika, Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Jumlah data yang digunakan sebanyak 270 data yang akan dibagi menjadi data pelatihan (*training*) sebanyak 80% dan data pengujian sebanyak 20%. Data yang diperoleh akan diolah terlebih dahulu dengan menggunakan SPSS versi 16.0 untuk mendapatkan nilai korelasi antara nilai UAN dengan nilai IPK mahasiswa. Rancangan klasifikasi untuk target sistem dapat dilihat pada tabel 1.

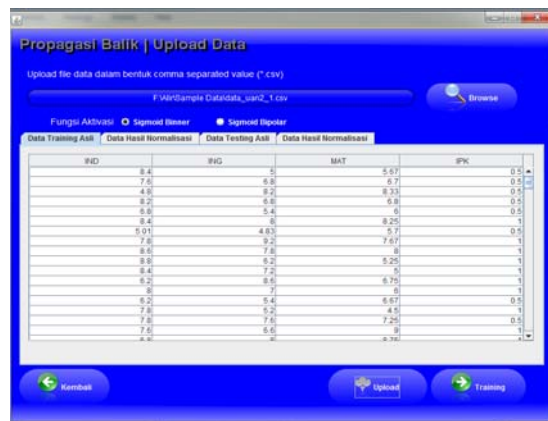
Tabel 1 Klasifikasi nilai IPK

No	Nilai IPK	Klasifikasi (target)	Keterangan
1	Kurang dari 2,50	0.1	kurang
2	2,50 sampai 3,00	0.5	cukup
3	3,01 sampai 4,00	1.0	kurang

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Proses Input Data

Data yang di inputkan pada sistem yang berupa nilai komponen UAN dan kategori nilai IPK berdasarkan tabel 5 di simpan pada file CSV dan digunakan pada awal proses sistem. Data yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 270 data yang dibagi menjadi 2 bagian yaitu data training sebanyak 216 data dan data testing sebanyak 54 data. Data inputan yang ada akan dilakukan normalisasi ke dalam range [0,1]. Tampilan untuk menampilkan data input dan hasil normalisasi data pada sistem terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Data input nilai UAN dan Target

### 3.2 Proses Training dan Testing

Sistem yang dibangun menggunakan algoritma Jaringan Saraf Tiruan mempunyai bagian yang sangat penting yaitu pada proses training, hal ini dikarenakan bahwa proses *training* akan menentukan hasil pengujian maupun hasil prediksi sistem. Hasil dari proses *training* adalah bobot akhir yang akan digunakan untuk menghitung keluaran jaringan saraf tiruan.

Proses *training* dilakukan dengan melakukan perubahan input parameter dengan mencari nilai terbaik atau maksimal. Dari beberapa kali dilakukan proses *training* diperoleh hasil yang paling maksimal dengan akurasi 74,63% yang terlihat pada gambar 6.



Gambar 6.. Hasil Training dan Testing terbaik

Hasil *training* terbaik diperoleh dengan nilai parameter *learning rate* sebesar 0.2, maksimum epoch sebanyak 50000, nilai momentum sebesar 0.2, nilai error sebesar 0.01 dengan unit hidden sebanyak 10 unit. Dari gambar 6 menunjukkan bahwa dengan jumlah *epoch* yang lebih banyak dan nilai toleransi *error* yang lebih kecil ternyata tidak menjamin hasil akurasi sistem yang lebih baik.

Bobot yang dihasilkan pada sistem tidak disimpan sehingga setiap proses training dan testing yang dihasilkan telah mendapatkan hasil terbaiknya maka langsung dilakukan proses prediksi data. Bobot akhir yang diperoleh dari hasil training diatas dapat dilihat pada gambar 5.5. Bobot yang ditampilkan pada gambar 6 memberikan penjelasan jumlah unit pada lapisan hidden yang ada.

### 3.3 Proses Prediksi

Hasil testing yang telah diperoleh dengan menunjukkan hasil akurasi sistem maka bobot dari hasil training tersebut akan digunakan untuk melakukan prediksi. Tampilan form untuk prediksi dapat dilihat pada gambar 7.

Gambar 7. Tampilan Hasil Prediksi

### 3.4 Hasil Pengujian Sistem

Dari hasil penjelasan sistem diatas maka hasil pengujian yang terbaik diperoleh akurasi sebesar 74,63% dengan jumlah data yang diuji sebanyak 54 data mahasiswa yang telah lulus pada tahun 2010. Tabel 1 menunjukkan data hasil pengujian yang diambil sebanyak 54 data (20% dari data yang digunakan dalam penelitian).

Nilai keluaran jaringan saraf tiruan tidak mutlak menghasilkan angka 0.1;0.5 atau 1. Oleh karena itu hasil dari keluaran JST tersebut dilakukan pembulatan ke angka terdekat hasil pengelompokan nilai IPK.

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai UAN dan IPK

No	B.Ind	B.Ingg ris	Mat	IPK	Targ et	JST	Ket
1	6.8	8.4	6.7	2.75	0.5	0.5	benar
2	8.4	7.2	7.5	3.08	1	1	benar
3	8.4	8.4	8	3.25	1	1	benar
4	6.62	4.73	6	2.83	0.5	0.5	benar
5	8	9.2	9.33	3.32	1	1	benar
6	8.6	8.6	8.67	3.34	1	1	benar
7	6.8	6.6	6.67	3.16	1	1	benar
8	7.8	7	7.2	3.24	1	1	benar
9	7.6	7.8	6.33	3.28	1	0.5	salah

10	8.6	7.4	6.67	3.38	1	0.5	salah
11	6.83	6.2	7.67	3.48	1	1	benar
12	6.4	8.2	5.75	2.9	0.5	0.5	benar
13	7.67	7.13	8.33	3.18	1	1	benar
14	7.6	6.4	7.67	3.44	1	0.5	salah
15	8	5.8	8.33	3.32	1	1	benar
16	6.2	8.8	7.67	3.23	1	1	benar
17	7.2	8	5.67	3.26	1	1	benar
18	7.2	7.2	8	3.44	1	0.5	salah
19	6.6	6.4	6.67	3.17	1	1	benar
20	7.2	8.4	7.1	3.32	1	0.5	salah
21	9.2	8.2	8.67	3.43	1	1	benar
22	8	8.2	8.33	3.61	1	1	benar
23	7	8.6	7.67	2.99	0.5	0.1	salah
24	7.2	8.4	9.67	3.7	1	1	benar
25	4.78	5.38	4.93	2.92	0.5	0.5	benar
26	6.68	5.84	7.47	2.91	0.5	0.5	benar
27	8.4	7.6	8.33	3.16	1	1	benar
28	8.6	8.8	8.67	3.28	1	0.5	salah
29	7.4	6	6.75	3.26	1	1	benar
30	7.6	9.4	9.5	3.55	1	1	benar
31	8	8.7	6	3.2	1	1	benar
32	8.33	8.6	7.25	3.13	1	1	benar
33	7.8	7	7.67	3.65	1	0.5	salah
34	5.67	4.4	4	3.39	1	1	benar
35	6	6.5	5	2.88	0.5	0.5	benar
36	8.17	7.5	5.33	3.86	1	0.5	salah
37	7.6	8	6.75	3.51	1	1	benar
38	8.8	8.2	7	3.89	1	1	benar
39	5.6	7.2	7.5	2.94	0.5	0.1	salah
40	6.2	5.6	5.67	2.39	0.1	0.1	benar
41	5.8	7.4	6.33	2.64	0.5	0.5	benar
42	6.8	7.4	6.8	2.77	0.5	0.5	benar
43	6.6	7.6	6.33	3.52	1	0.5	salah
44	8.8	6.8	4.5	3.54	1	1	benar
45	8.6	7.4	6.25	3.79	1	0.5	salah
46	7.5	6.67	7.33	3.61	1	1	benar
47	5	6.4	3.6	3.17	1	1	benar
48	8.8	7.6	8.25	3.79	1	1	benar
49	7.8	7.4	8	3.6	1	0.5	salah
50	8.6	6.8	8	3.7	1	1	benar
51	8.8	7.4	6.25	3.27	1	1	benar
52	8.6	6.8	9.5	3.79	1	1	benar
53	6.6	5	7	3.39	1	1	benar
54	5.11	5.75	3.49	2.8	0.5	0.5	benar

Dari hasil pengujian yang ada pada tabel 2 menunjukkan bahwa JST dapat mengenali 41 data dengan benar (75%) dan 13 data (25%) tidak dapat dikenali dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa nilai UAN tidak sepenuhnya mempunyai korelasi terhadap hasil akademik di jenjang perguruan tinggi yaitu IPK. Kemampuan sistem yang dibangun menggunakan jaringan saraf tiruan dianggap baik apabila mempunyai akurasi hasil pengujian diatas 95%.

Hasil pengujian sangat bergantung pada proses pelatihan yang melibatkan banyak parameter. Nilai yang berbeda-beda pada tiap parameter JST sangat memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap hasil prediksi sistem. Penelitian ini masih harus dilakukan pengubahan nilai-nilai parameternya untuk mendapatkan hasil dapat maksimal.

Hasil penelitian tersebut didukung oleh hasil pengolahan korelasi dengan menggunakan SPSS yang menunjukkan bahwa hubungan nilai UAN dan nilai IPK mempunyai korelasi yang tidak begitu bagus karena nilainya berkisar pada angka 0,5 untuk masing-masing komponen UAN. Hasil pengolahan SPSS dapat dilihat pada gambar 8.

[DataSet1] D:\Penelitian\penelitian\_internal\Korelasi\_JST\data\_uan2.sav

Correlations					
		IND	ING	MAT	IPK
IND	Pearson Correlation	1	.470**	.447**	.513**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000
	N	271	271	271	271
ING	Pearson Correlation	.470**	1	.597**	.390**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000
	N	271	271	271	271
MAT	Pearson Correlation	.447**	.597**	1	.352**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000
	N	271	271	271	271
IPK	Pearson Correlation	.513**	.390**	.352**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	
	N	271	271	271	271

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Gambar 8 Korelasi komponen UAN dengan IPK**

Hasil korelasi dari SPSS (gambar 8) menunjukkan bahwa data nilai UAN yang diwakili oleh nilai Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris dan Matematika terhadap nilai IPK mempunyai nilai korelasi tertinggi sebesar 0,513 yaitu variabel nilai Bahasa Indonesia, sedangkan nilai Bahasa Inggris dan Matematika mempunyai korelasi yang kurang dari 0,5 terhadap nilai IPK.

[DataSet1] D:\Penelitian\penelitian\_internal\Korelasi\_JST\data\_uan2.sav

Correlations						
		MAT	IPK	ING	IND	uan
MAT	Pearson Correlation	1	.352"	.597"	.447"	.860"
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000
	N	271	271	271	271	271
IPK	Pearson Correlation	.352"	1	.390"	.513"	.500"
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	271	271	271	271	271
ING	Pearson Correlation	.597"	.390"	1	.470"	.845"
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	271	271	271	271	271
IND	Pearson Correlation	.447"	.513"	.470"	1	.747"
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	271	271	271	271	271
uan	Pearson Correlation	.860"	.500"	.845"	.747"	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	271	271	271	271	271

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Gambar.9 Korelasi UAN dan IPK**

Hasil yang terlihat dari gambar 9 menunjukkan bahwa nilai UAN mempunyai korelasi yang tidak terlalu kuat terhadap nilai IPK yaitu sebesar 0,5.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil penjelasan yang ada pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan mengenai hasil penelitian antara lain :

- Nilai UAN belum dapat memberikan hubungan atau korelasi yang baik dengan nilai IPK mahasiswa.
- Akurasi sistem untuk mengidentifikasi hubungan nilai UAN dan IPK sekitar 74,63%.
- Hasil *training* terbaik diperoleh dengan nilai parameter *learning rate* sebesar 0.2, maksimum epoch sebanyak 50000, nilai momentum sebesar 0.2, nilai error sebesar 0.01 dengan unit hidden sebanyak 10 unit.
- Banyaknya data penelitian yang digunakan untuk proses *training* akan mempengaruhi hasil pengujian.

### 4.2 Saran

Untuk dapat memperbaiki hasil penelitian ini maka penulis menyarankan beberapa hal antara lain :

- Perlu dilakukan perbandingan hasil penggunaan parameter utama untuk mencari akurasi terbaik.
- Perlu dilakukan perbandingan fungsi aktivasi untuk sigmoid biner dan sigmoid bipolar untuk mendapatkan perbandingan hasil terbaik
- Perlu dilakukan perbandingan dengan metode data mining yang lain

## Daftar Pustaka

- [1] Dhaneswara,G. Moertini,V.S, Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik untuk Klasifikasi Data, Jurnal Integral, Vol.9 No 3, 2004
- [2] Howard D, Mark B, User Guide: Neural Network Toolbox For Use With MATLAB,1998.
- [3] JiaweiHan,MichelineKamber, Data Mining : Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann Publisher, Microsoft research,2007.
- [4] J.J. Siang, Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrograman menggunakan MATLAB, Penerbit Andi Yogyakarta, 2009.
- [5] Limin Fu, Neural Network in Computer Intelligence, McGraw-Hill, 1994.
- [6] Kuncoro H.A, Dalimi R, Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan untuk peramalan beban tenaga listrik jangka panjang pada sistem kelistrikan di Indonesia, TEKNOLOGI, Edisi No 3, Tahun XIX, 2005.
- [7] Negnevitsky,M, Artificial Intelligence : a guide to intelligent system, pearson Education,Inc, England, 2002.

- [8] Sudharmaji.B, Syamsu.W, Diagnosa penyakit dengan gejala awal utama demam menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Balik, Proceeeding SRITI, Volume VI, 2011.
- [9] S.Kusumadewi, Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya), Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003
- [10] Sri Redjeki, Perbandingan Model Regresi dan Jaringan Saraf Tiruan dalam Melakukan Prediksi, Proceeeding SRITI, Volume IV, 2009
- [11] Yeni Nuraeni, Penerapan Jaringan saraf tiruan untuk mengukur tingkat korelasi antara NEM dan IPK Mahasiswa, TELKOMNIKA, Vol 7 No 3, 2009.

#### **[CV Penulis]**

Sri Redjeki, menyelesaikan studi S2 bidang Ilmu Komputer pada Universitas Gadjah Mada pada tahun 2005. Staf Dosen Tetap pada program Studi Teknik Informatika STMIK AKAKOM Yogyakarta mulai tahun 1998 – sekarang. Minat pada bidang Data Mining, dan Kecerdasan Buatan.

Alir Retno, menyelesaikan studi S1 pada program studi Teknik Informatika di STMIK AKAKOM pada tahun 2013.



# **PENERAPAN APLIKASI *AUGMENTED REALITY* UNTUK PEMBELAJARAN MODUL PRAKTIKUM DI LABORATORIUM FISIKA DASAR UNIVERSITAS GUNADARMA**

**Swesti Mahardini,<sup>1)</sup>Farid Thalib<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> *Laboratorium Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi,  
Universitas Gunadarma  
Jl. Margonda Raya 100, Depok 16424  
08567104855  
email: swestimahardini@gmail.com*

<sup>2)</sup> *Laboratorium Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi,  
Universitas Gunadarma  
Jl. Margonda Raya 100, Depok 16424  
e-mail: farid@staff.gunadarma.ac.id atau latualle@yahoo.com*

## **Abstrak**

Pembelajaran Fisika tidak hanya terbatas pada teori, tetapi juga dibutuhkan praktik untuk menunjang teori yang diajarkan di kelas. Dalam penerapannya di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Gunadarma, modul yang ada hanya mencantumkan tulisan yang belum dilengkapi dengan penjelasan yang lebih rinci. Dengan munculnya aplikasi baru yang disebut *Augmented Reality*, yakni cara baru mentransformasikan gambar objek visual tiga dimensi dari grafik komputer ke dunia nyata, memungkinkan penggunaannya untuk media pembelajaran yang interaktif. Untuk itulah dibuat sebuah aplikasi *Augmented Reality* untuk pembelajaran fisika berupa modul praktikum mekanika di Laboratorium Fisika Dasar. Teknologi ini menggunakan bantuan buku yang digunakan untuk mempermudah proses pembelajaran dan penyampaian informasi tentang materi praktikum fisika dasar untuk modul mekanika. Aplikasi ini dinamakan “Aplikasi *Augmented Reality* Pembelajaran Modul Praktikum Mekanika” di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Gunadarma Berbasis Android. Hasil uji coba menunjukkan, bahwa aplikasi yang dibuat berfungsi sesuai dengan rancangan. Dengan melihat hasil angket (angket (kuisisioner)) yang disebar kepada 30 mahasiswa yang mengikuti praktikum fisika dasar, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan penilaian pada aspek tampilan, aspek aplikasi, dan aspek pengguna dapat dilihat bahwa teknologi *Augmented Reality* ini dapat menghasilkan sebuah media pembelajaran yang dapat dikatakan sangat baik. Dengan hasil persentase yang didapat sebesar 44.722 % pengguna memilih sangat setuju, 53.333 % pengguna memilih setuju, 1.944 % pengguna memilih tidak setuju. Dengan adanya hasil tersebut, aplikasi dinilai menarik, mudah dipahami, dan sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, aplikasi dinilai bermanfaat bagi pengguna, pendeteksi marker cepat, dapat dijalankan di beberapa perangkat bergerak dengan sistem operasi Android, efektif dan efisien dalam pengembangan dan penggunaan media pembelajaran, mudah dimengerti, mudah digunakan, dan dapat menumbuhkan motivasi belajar.

*Kata Kunci* : Android, *Augmented Reality*, fisika dasar, pembelajaran.

## **1. Pendahuluan**

Menumbuhkan minat belajar seseorang tentu tidaklah mudah, bila materi yang diajarkan monoton dan tidak menarik maka keingintahuan seseorang terhadap suatu bidang ilmu pasti akan berkurang.

Fisika khususnya merupakan salah satu cabang ilmu yang dianggap rumit, yang mempelajari pemahaman mendasar hukum yang menggerakkan materi, energi, ruang, dan waktu [1]. Seperti yang dipelajari di perguruan tinggi pada beberapa fakultas, fisika merupakan mata kuliah yang wajib

dipelajari. Teori-teori yang didapat akan diaplikasikan pada praktikum fisika untuk mendukung pembelajaran tersebut. Masalah yang timbul yaitu pada penerapannya praktikum di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Gunadarma, modul yang ada hanya mencantumkan tulisan dan belum didukung dengan penjelasan yang lebih rinci. Hal tersebut tentu akan menyulitkan mahasiswa yang belum mengetahuinya. Seiring dengan kemajuan teknologi kini hadir suatu sarana baru yang dapat membawa objek virtual dalam bentuk 3 dimensi dari grafis komputer ke dalam dunia nyata, aplikasi ini disebut dengan *Augmented Reality*[2]. Modul *Augmented Reality* ini dibuat berbasis Android yang diharapkan dapat membuat aplikasi pembelajaran yang berisi informasi tentang alat, teori, dan simulasi praktikum yang ditampilkan secara jelas, nyata dan lebih menarik. Selain itu juga diharapkan dapat menumbuhkan pemahaman dan minat belajar para mahasiswa yang mengikuti praktikum Laboratorium Fisika Dasar terutama modul mekanika.

## 2. Tinjauan Pustaka

### *Augmented Reality*

*Augmented Reality* adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi atau tiga dimensi di dalam lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda maya tersebut ke dalam waktu nyata, realitas bertambah disini maksudnya hanya sekedar menambahkan atau melengkapi kenyataan. Hal ini membuat realitas bertambah sebagai alat untuk membantu persepsi dan interaksi penggunaanya dengan dunia nyata. *Augmented Reality* secara garis besar memiliki dua komponen utama, yaitu buku yang dilengkapi dengan *marker* pada hampir setiap halamannya, dan yang kedua yaitu peralatan untuk menangkap *marker* dan menampilkan hasilnya. Dalam membangun sebuah aplikasi *Augmented Reality* ada beberapa tahap yang perlu dilakukan, yaitu membuat model, membuat *marker*, dan mengintegrasikan model dengan *marker*. [3]. Terdapat tiga tahapan dalam proses kamera membaca *marker*. Tahap pertama kamera menyorot *marker* secara langsung. Tahap kedua *marker* diubah menjadi biner hitam putih setelah itu ArToolkit mencari gambar berkotak hitam dan mencocokkan dengan *template memory* yang ada di ArToolkit. Pada Tahap Ketiga, ketika koordinat kamera virtual dan kamera nyata telah sama, maka grafik komputer kita akan menggambar dan melakukan *overlay* objek 3D (untuk mengatur koordinat kamera virtual dan menggambar objek 3D). Ada banyak perangkat lunak yang dapat

digunakan sebagai alat bantu pembuatan aplikasi *Augmented Reality* salah satunya yaitu Unity dengan bantuan Vuforia Software Development Kit yang memiliki teknologi komputer visi untuk mengenali dan melacak planar gambar (*Image Target*) dan objek 3D sederhana. Kemampuan registrasi citra memungkinkan pengembang untuk posisi dan benda-benda *virtual*, seperti model 3D dan media lainnya yang dilihat melalui kamera perangkat bergerak [2].

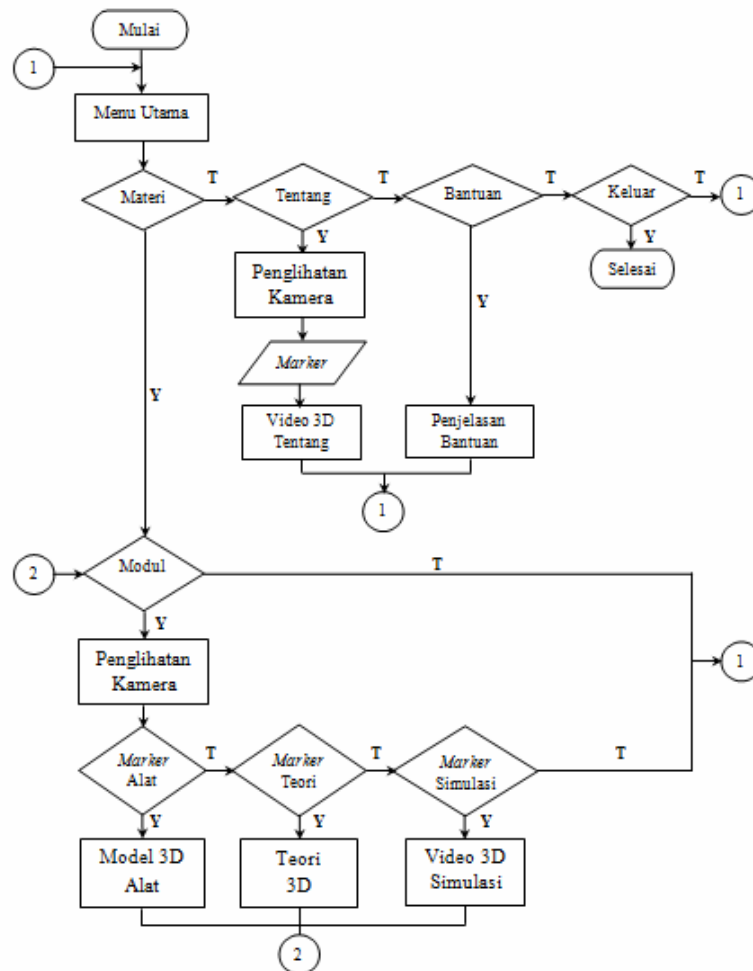
### Fisika

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang berbasis pada pengamatan terhadap gejala alam. Dalam fisika terdapat jalur kajian eksperimen dan teori [1]. Dalam eksperimen atau percobaan atau praktik yang ada di Laboratorium Fisika Dasar mencakup berbagai modul salah satunya adalah modul mekanika. Dalam setiap modul berisi mengenai tujuan percobaan, alat dan bahan, teori singkat, dan cara kerja dari percobaan. Modul mekanika terdiri atas modul mekanika 0, mekanika 1, mekanika 2, dan mekanika 3. Modul mekanika 0 membahas teori mengenai pengukuran. Modul mekanika 1 membahas teori mengenai bandul matematis. Modul mekanika 2 membahas mengenai Modulus Young. Modul mekanika 3 membahas mengenai Momen Kelembaman [4].

### Sistem Operasi Android

Android merupakan sebuah sistem operasi terbuka yang diperuntukkan untuk perangkat bergerak (*mobile device*). Pada Juli 2005 Android telah diakuisisi oleh Google dan pada 5 November 2007 barulah secara resmi Android dirilis oleh Google. Dalam pengembangan aplikasi Android menyediakan Android SDK yang menyediakan *tools* dan API untuk para pengembang aplikasi dengan *platform* Android. Android menggunakan Java sebagai bahasa pemrogramannya Android Software Development Kit (SDK) merupakan alat bantu bagi para programmer yang ingin mengembangkan aplikasi berbasis android. Perangkat-perangkat pengembang yang terdapat di dalam android SDK sangat komprehensif. Android SDK terdiri atas debugger, libraries, handset emulator, dokumentasi, contoh kode program, dan tutorial. Java Development Kit (JDK) adalah semacam kontak peralatan yang digunakan untuk aplikasi development, applet, dan komponen lainnya dengan menggunakan bahasa pemrograman java dan termasuk alat bantu yang sangat berguna untuk pengembangan dan pengujian program yang dibuat dengan pemrograman java [5].

## Rancangan dan Realisasi



Gambar 1. Diagram Alur Aplikasi

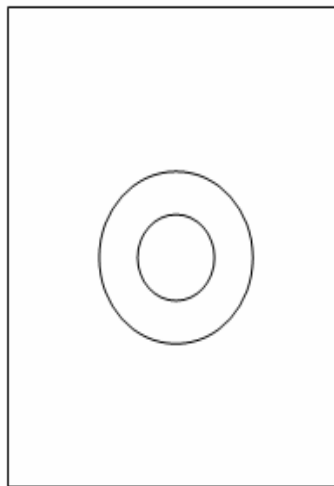
Dalam memodelkan proses yang terjadi pada rancangan sistem aplikasi akan dibuat diagram alur. Pada pembuatan aplikasi *Augmented Reality* ini terjadi beberapa proses dalam sistem. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1. Pada gambar tersebut akan terlihat bagaimana alur kerja sistem. Diagram alur ini menggambarkan aplikasi dari mulai sampai selesai. Diawali dengan lambang terminator untuk mulai, kemudian berlanjut ke proses awal yaitu Menu Utama. Menu Utama dilambangkan dengan persegi panjang yang berarti proses kemudian akan diteruskan pada menu Materi, menu Tentang, menu Bantuan, dan diakhiri dengan menu Keluar.

### Rancangan Tampilan Aplikasi

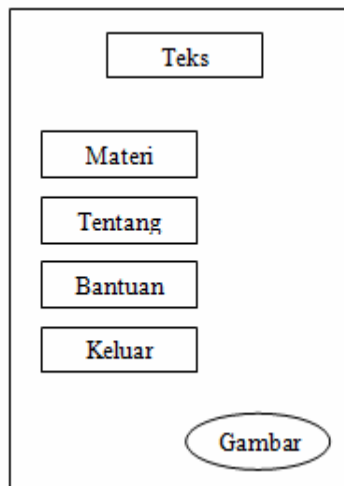
Rancangan tampilan aplikasi merupakan hal yang sangat penting untuk menarik para pengguna

saat berinteraksi dengan aplikasi dan kemudahan mendapatkan informasi yang dibutuhkan dengan praktis dan efisien. Dengan memberikan desain, diharapkan, aplikasi sudah dapat dilihat secara menyeluruh sebelum sampai pada proses pembuatan. Diawali dengan rancangan tampilan pembuka aplikasi (Gambar 2a) yang dilanjutkan dengan rancangan tampilan menu utama (Gambar 2b), rancangan tampilan menu materi (Gambar 2c), rancangan tampilan penglihatan kamera (Gambar 2d), rancangan tampilan menu tentang (Gambar 2e), dan rancangan tampilan menu bantuan (Gambar 2f) sehingga dapat diketahui rancangan tampilan aplikasi yang akan dibuat.

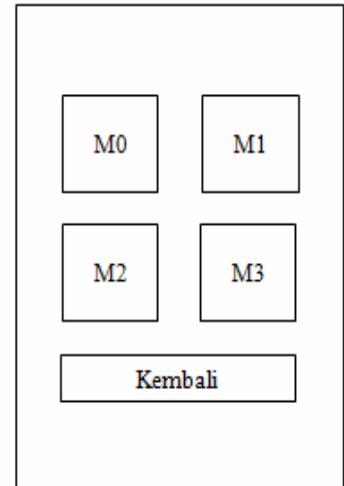




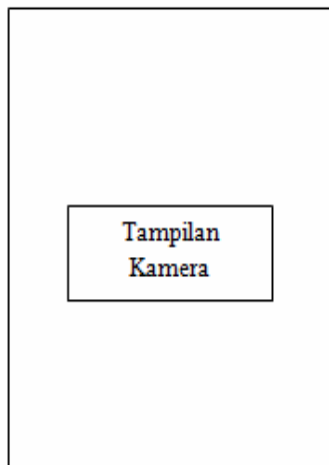
Gambar 2a. Rancangan Tampilan Pembuka Aplikasi



Gambar 2ba. Rancangan Tampilan Menu Utama



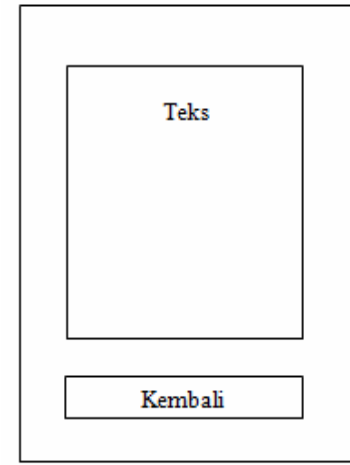
Gambar 2c. Rancangan Tampilan Menu Materi



Gambar 2d. Rancangan Tampilan Penglihatan Kamera



Gambar 2e. Rancangan Tampilan Menu Tentang



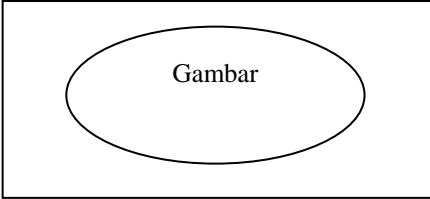
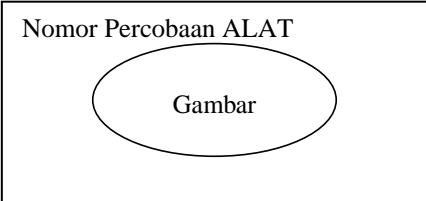
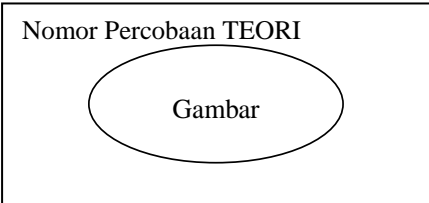
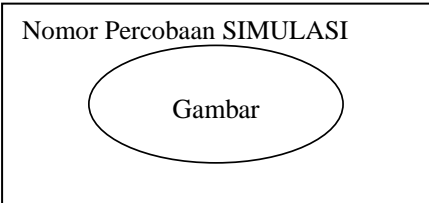
Gambar 2f. Rancangan Tampilan Menu Bantuan

### Perancangan *Marker*

Dalam aplikasi terdapat beberapa *marker* yang digunakan. *Marker* ini berfungsi sebagai sarana untuk mengidentifikasi menampilkan objek tiga dimensi dan video. *Marker* yang digunakan dibuat

dari beberapa gambar yang berhubungan dengan fisika dan dilengkapi dengan tulisan yang menjelaskan nomor modul praktikum fisika dasar. Pada tabel 1 akan dijelaskan mengenai tampilan perancangan *marker* yang akan digunakan sebagai media pendukung teknologi *Augmented Reality*.

**Tabel 1. Perancangan Marker**

Perancangan Marker	Keterangan
	Digunakan untuk menampilkan video rekaman tentang penulis.
	Digunakan untuk menampilkan objek tiga dimensi dari masing-masing nomor percobaan.
	Digunakan untuk menampilkan teori dari masing-masing nomor percobaan.
	Digunakan untuk menampilkan simulasi berupa video rekaman dari masing-masing nomor percobaan.

#### 4. Implementasi dan Uji Coba

Dalam tahap ini, perancangan aplikasi yang telah dibuat kemudian diimplementasikan pada perangkat bergerak android. Dalam mengimplementasikan aplikasi maka dibutuhkan spesifikasi perangkat keras, perangkat lunak, dan perangkat bergerak android yang digunakan dalam membangun dan melakukan uji coba aplikasi.

1. Perangkat Keras:  
Laptop Compaq Presario CQ40, *Processor Intel Pentium Core2Duo* CPU T6400 2.00 GHz, Memori 2048MB RAM.
2. Perangkat Lunak:  
Sistem Operasi *Windows 7*, *Java Development Kit (JDK)*, *Adobe Illustrator*, *SketchUp 8*, *Unity 3D 3.5.5*, *QCAR Unity Android*, *Android Software Development Kit (SDK)*, *Vuforia Software Development Kit (SDK)*, *Android Development Tools (ADT Plug-In)*.

3. Perangkat Bergerak Android:  
Sistem Operasi Android : *Ginger Bread*, CPU : 600 MHz, *Processor* : *ARMv7*, RAM : 256 MB, *Network*: 3 HSDPA, Kamera : 3 MegaPixel , *Flash* (Opsional).

#### Uji Coba Aplikasi

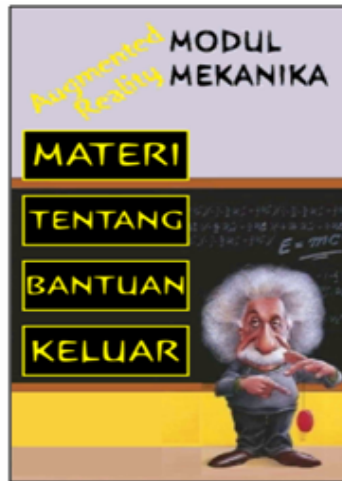
Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap menu pada aplikasi. Pengujian ini bertujuan untuk melihat bagaimana aplikasi dapat berjalan dengan baik dimulai dari halaman pembuka yang dilanjutkan ke Menu Utama yang berisi menu Materi, menu Tentang, menu Bantuan, dan menu Keluar. Pengujian aplikasi dilakukan dengan menjalankan aplikasi *Augmented Reality* pembelajaran modul mekanika yang telah diimplementasikan dalam perangkat android. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat dari hasil pengamatan terhadap aplikasi yang telah diimplementasikan pada perangkat android. Berikut adalah gambar dari tampilan aplikasi, gambar 3a. Tampilan Pembuka Aplikasi, gambar 3b. Tampilan

Menu Utama, gambar 3c. Tampilan Menu Materi, gambar 3d. Tampilan Materi Salah Satu Modul, gambar, gambar 3e. Tampilan Objek Terdeteksi Kamera, gambar 3f. Tampilan Teori Terdeteksi

Kamera, gambar 3g. Tampilan Video Simulasi Terdeteksi Kamera, gambar 3h. Tampilan Video Tentang Terdeteksi Kamera, dan gambar 3i. Tampilan Menu Bantuan.



Gambar 3a. Tampilan Pembuka Aplikasi



Gambar 3b. Tampilan Menu Utama



Gambar 3c. Tampilan Menu Materi



Gambar 3e. Tampilan Objek Terdeteksi Kamera



Gambar 3f. Tampilan Teori Terdeteksi Kamera



Gambar 3d. Tampilan Materi Salah Satu Modul



Gambar 3g. Tampilan Video Simulasi Terdeteksi Kamera



Gambar 3h. Tampilan Video Tentang Terdeteksi Kamera

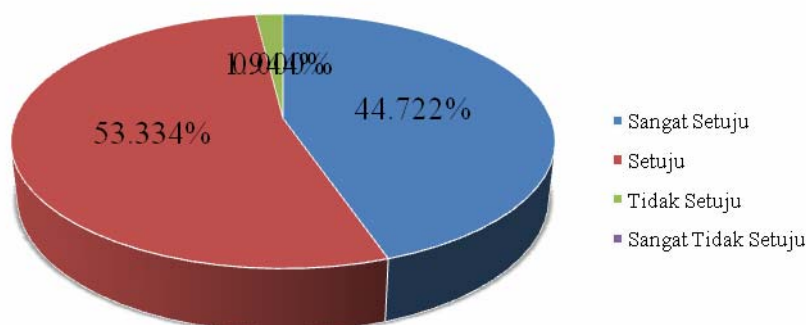


Gambar 3i. Tampilan Menu Bantuan

### Uji Coba pada Pengguna

Pengujian aplikasi dilakukan dengan melakukan penyebaran angket (kuisisioner). Angket (kuisisioner) disebarkan dan diisi oleh para praktikan yang mengikuti praktikum modul mekanika M0, M1, M2, dan M3 pada Laboratorium Fisika Dasar Universitas Gunadarma. Angket (kuisisioner) ini terdiri atas tiga aspek yaitu Aspek Tampilan, Aspek Aplikasi, dan Aspek Pengguna. Uji coba secara terbatas dilakukan sebanyak 30 orang pengguna yang terdiri atas mahasiswa dan mahasiswi yang pernah mengikuti praktikum. Proses ujicoba diawali dengan demo aplikasi *Augmented Reality* dan cara penggunaannya secara singkat dan penjelasan mengenai cara kerja program. Proses pengujian dilakukan dengan memberikan simulasi

pembelajaran dimana para mahasiswa diberi kebebasan untuk mencoba sendiri media aplikasi tersebut. Setelah melakukan percobaan terhadap aplikasi tersebut, kemudian diberikan angket (kuisisioner) untuk memberikan masing-masing penilaian dengan mengisi pilihan dari setiap pertanyaan. Dari hasil angket (kuisisioner) yang disebarkan kepada 30 orang mahasiswa yang mengikuti praktikum fisika dasar dapat disimpulkan bahwa berdasarkan penilaian pada aspek Tampilan, aspek Aplikasi, dan aspek Pengguna dapat dilihat bahwa teknologi *Augmented Reality* ini dapat menghasilkan sebuah media pembelajaran yang dapat dikatakan sangat baik. Dengan hasil persentase yang didapat sebesar 44.722 % pengguna memilih sangat setuju, 53.333 % pengguna memilih setuju, 1.944 % pengguna memilih tidak setuju.



Gambar 4. Hasil Presentase Uji Coba Aplikasi Terhadap Pengguna (Aspek Tampilan, Aspek Aplikasi, Aspek Pengguna)

## 5. Penutup

### Simpulan

Berdasarkan pembahasan, penulis berhasil merancang dan membuat aplikasi *Augmented Reality* Pembelajaran Modul Praktikum Mekanika Laboratorium Fisika Dasar Universitas Gunadarma Berbasis Android dengan bantuan buku yang dicetak, dimana di dalamnya terdapat 4 modul pembelajaran yaitu modul M0, M1, M2, dan M3 yang dilengkapi dengan penanda (*marker*) yang akan digunakan sebagai tempat munculnya objek tiga dimensi, tulisan, dan video simulasi dengan teknologi *Augmented Reality*. Dengan melihat hasil angket (kuisioner) yang disebarkan kepada 30 orang mahasiswa yang mengikuti praktikum fisika dasar dapat disimpulkan bahwa berdasarkan penilaian pada aspek Tampilan, aspek Aplikasi, dan aspek Pengguna dapat dilihat bahwa teknologi *Augmented Reality* ini dapat menghasilkan sebuah media pembelajaran yang dapat dikatakan sangat baik. Dengan hasil persentase yang didapat sebesar 44.722 % pengguna memilih sangat setuju, 53.333 % pengguna memilih setuju, 1.944 % pengguna memilih tidak setuju.

Dari kesimpulan yang diambil melalui angket (kuisioner), aplikasi dinilai menarik, mudah dipahami, dan sesuai dengan kebutuhan dengan hasil. Selain itu juga aplikasi dinilai bermanfaat bagi pengguna, pendeteksi *marker* cepat, dapat dijalankan di beberapa perangkat bergerak dengan sistem operasi Android, efektif dan efisien dalam pengembangan dan penggunaan media pembelajaran, mudah dimengerti, mudah digunakan, dan dapat memberi serta menumbuhkan motivasi belajar. Sedangkan untuk kelengkapan modul mekanika dari aplikasi masih dianggap belum lengkap karena hanya terbatas pada modul M0, M1, M2, dan M3.

### Saran

Hasil penelitian ini masih perlu disempurnakan untuk menghasilkan aplikasi yang handal.

Berikut adalah beberapa saran yang bisa dikembangkan antara lain, pengimplementasian aplikasi pada perangkat bergerak android lebih banyak lagi sehingga dapat mengetahui hasil tampilan mana yang lebih presisi. Pada aplikasi ini yang dibahas hanya beberapa modul Mekanika saja, penulis menyarankan modul pembelajaran ini ditambah dengan modul-modul praktikum lain di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Gunadarma. Selain itu penulis menyarankan agar aplikasi ini dapat dikembangkan pada sistem operasi yang digunakan pada perangkat bergerak seperti blackberry, iphone dan perangkat bergerak lainnya.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Ruwanto, Bambang. 2006. Asas-asas fisika 1 B. Yogyakarta : Yudhistira.
- [2] Anggi Andriyadi. *Augmented Reality with ARToolkit*, Nulis Buku, Jakarta. 2012
- [3] Hirokazu Kato, Mark Billinghurst, Ivan Poupyrev. 2000a. ARToolKit version 2.33: A software library for Augmented Reality Applications.
- [4] Laboratorium Fisika Dasar, Mekanika. <http://fisika.lab.gunadarma.ac.id/wp-content/uploads/2011/09/MO.pdf>, April 2013.
- [5] Mulyadi. 2010. *Membuat aplikasi untuk Android*. Yogyakarta :Multimedia Center Publishing.

### [CV Penulis]

Swesti Mahardini, menyelesaikan studi sarjana pada program studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma, Jakarta

Farid Thalib, dosen pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma, Jakarta.

# APLIKASI LEARNING VECTOR QUANTIZATION NETWORK UNTUK PENGENALAN SUARA MANUSIA DENGAN MENGGUNAKAN MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT

Veronica Indrawati,<sup>1)</sup> Yudianto Gunawan<sup>2)</sup>

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya  
Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya  
031-2981157, ext 87*

<sup>1)</sup>*E-mail : veronica@staff.ubaya.ac.id*

<sup>2)</sup>*E-mail : yudiantogunawan92@gmail.com*

## Abstrak

Paper ini menjelaskan bagaimana suatu kata yang diucapkan manusia dapat dikenali oleh sebuah sistem dengan menggunakan MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficient). MFCC ini terdiri dari koefisien koefisien yang merupakan hasil ekstraksi ciri suara dari sinyal analog yang telah diubah menjadi digital oleh sistem. Dengan adanya koefisien-koefisien ini maka informasi-informasi yang terdapat pada sinyal suara telah terwakili dan dapat dianalisis oleh Neural Network jenis Vector Quantization. Dengan ekstraksi dari MFCC dan analisis oleh Vector Quantization maka hasil pengenalan suara dapat maksimal. Selain analisis dengan Vector Quantization pada penelitian ini juga dilakukan analisis dengan Feed Forward sebagai pembandingan.

*Kata Kunci : Mel Frequency Cepstral Coefficient, Neural Network, Vector Quantization*

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya teknologi maka kebutuhan manusia juga meningkat. Seiring berkembangnya jaman maka manusia ingin berinteraksi dengan suatu perangkat elektronik. Dengan memperhatikan kebutuhan tersebut maka saat ini banyak teori-teori speech recognition seperti LPC (Linear Predictive Coding), MFCC, HMM (Hidden Markov Model) [2], [3], [4], dan lain-lain.

Dengan adanya teori-teori tersebut maka kebutuhan manusia untuk dapat berinteraksi dengan perangkat elektronik dapat terwujud. Salah satu teori yang paling banyak digunakan adalah MFCC karena MFCC ini merupakan teori yang diadopsi dari sistem pendengaran manusia [1], [3].

Banyak penelitian yang membahas tentang speech recognition dengan menggunakan neural network yang diaplikasikan untuk berbagai tujuan, seperti yang telah diteliti pada [1], [7]. Teori pembelajaran LVQ (Learning Vector Quantization) digunakan pada aplikasi ini karena LVQ diduga memiliki proses pembelajaran yang terbaik dibandingkan dengan neural network pada umumnya

sehingga LVQ ini diduga dapat memberikan hasil yang optimal dalam proses pengenalan suara.

Dengan mempertimbangkan hal tersebut maka dalam penelitian ini teori yang digunakan adalah MFCC sebagai ekstraksi sinyal suara manusia dan LVQ sebagai proses pembelajaran untuk sistem pengenalan suara [1], [3], [5], [7].

### 1.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu aplikasi bagi sistem control quadrotor agar dapat mengenali kata yang diucapkan dari manusia untuk mengatur gerak quadrotor, menggunakan MATLAB dengan teori MFCC dan LVQ serta membandingkan performa Neural Network jenis FF (FeedForward) dan LVQ.

### 1.2 Batasan Masalah

Dalam menyelesaikan penelitian ini maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

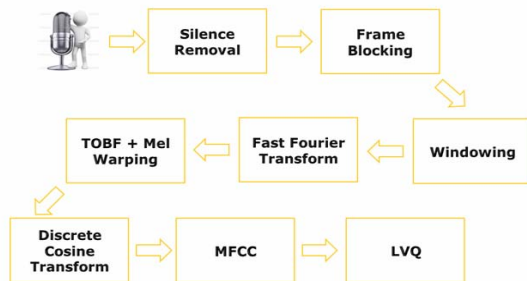
1. Sistem hanya dapat mengenali kata yang terdapat dalam database training, yaitu kata

“backward”, “forward”, “hover”, “landing”, “right” dan “left”. Pemilihan kata tersebut di atas disebabkan karena penelitian ini akan digunakan untuk kendali quadrotor sesuai dengan arah penelitian Jurusan Teknik Elektro Ubaya.

2. Sistem hanya dapat mengenali kata yang diucapkan dengan noise yang minim.
3. Bahasa pemrograman menggunakan MATLAB.

## 2. Desain dan Implementasi

Metode ekstraksi sinyal suara dengan MFCC terdiri dari beberapa tahap, mulai dari frame blocking sampai dengan cepstrum sehingga didapatkannya koefisien Mel [1]. Secara umum penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yang dimodelkan dalam blok diagram di bawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram Proses MFCC dan LVQ

Dalam blok tersebut proses perekaman hingga proses mendapatkan MFCC adalah proses ekstraksi sinyal suara dan LVQ adalah proses untuk pembelajaran sistem agar dapat mengenali suara yang diucapkan oleh responden.

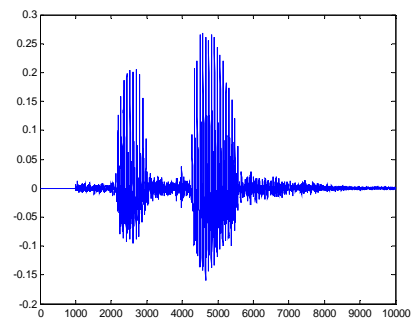
Secara teoritis, sinyal yang terkandung dalam suara manusia memiliki kandungan informasi yang tidak terbatas, sehingga untuk dapat mencuplik informasi penting pada sinyal tersebut perlu dilakukan suatu metode yang cocok agar informasi-informasi penting yang terkandung pada sinyal suara dapat terwakili secara keseluruhan dan teori MFCC dan LVQ diduga merupakan teori yang paling cocok dalam hal ini.

### 2.1 Perekaman

Pada proses perekaman ini dilakukan dengan menggunakan software Matlab. Proses ini dilakukan dengan frekuensi sampling sebesar 10000 Hz. Pemilihan frekuensi sampling ini berdasarkan frekuensi suara manusia yang berkisar antara 0-4000 Hz dengan demikian maka pemilihan sampling sebesar 10000 Hz dapat mencegah terjadinya aliasing.

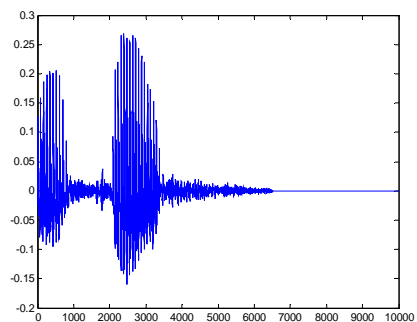
### 2.2 Silence Removal

Pada proses silence removal ini dilakukan untuk menghilangkan jeda start pada saat melakukan percobaan. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya pergeseran ekstraksi sinyal karena manusia tidak dapat mengucapkan suatu kata di detik yang sama. Hasil dari SR (silence removal) ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2. Kata “Backward” sebelum proses SR

Pada Gambar 2 telah dilihat bahwa terjadi jeda pada saat start, terlihat bahwa kata “Backward” dimulai pada sampling rate 2000 (jika dikonversi dalam detik dimulai di detik ke 0.2 s) dengan demikian maka dilakukan proses silence removal.



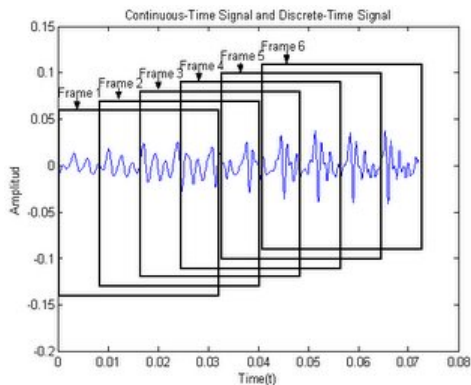
Gambar 3. kata “Backward” setelah proses SR

Hasil dari proses SR seperti ditunjukkan pada gambar 3 ini akan digunakan pada proses selanjutnya agar di proses berikutnya dapat meminimalisir terjadinya error akibat jeda saat start.

### 2.3 Frame Blocking

Proses frame blocking ini dilakukan karena dalam pengucapan sebuah kata oleh manusia terdapat perubahan informasi dalam sinyal setiap 20 – 30 ms.

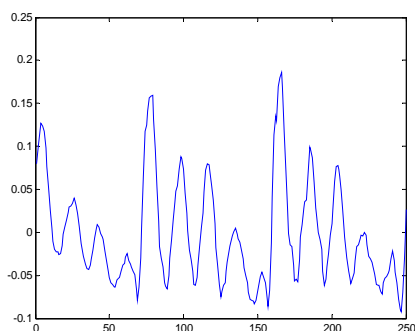
Pada proses frame blocking juga dilakukan overlapping agar tidak terjadi kehilangan informasi penting pada sinyal.



**Gambar 4 Proses Frame Blocking <sup>[6]</sup>**

Gambar 4 ini menjelaskan bagaimana suatu proses frame blocking dilakukan, proses ini dilakukan dengan memecah-mecah sinyal hasil SR sebesar 20-30 ms dan overlapping tertentu.

Pada penelitian ini dilakukan proses frame blocking sebesar 25 dan 30 ms dan hasil dari frame blocking 25 ms untuk frame 1 pada kata “backward” setelah SR dapat dilihat pada gambar 5.

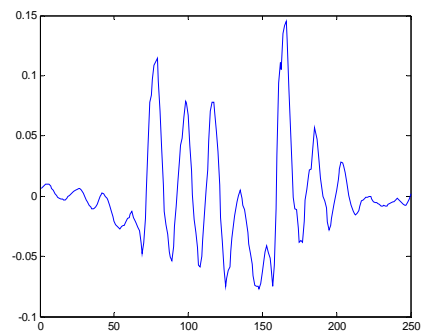


**Gambar 5 Frame 1 kata “backward”**

## 2.4 Windowing

Pada proses ini dilakukan windowing yakni suatu metode untuk menghaluskan sinyal hasil dari frame blocking. Sinyal yang di frame blocking memiliki diskontinuitas yang cukup tinggi sehingga perlu di minimalisir bentuknya dengan proses windowing.

Proses ini diaplikasikan pada seluruh frame dari frame pertama hingga frame terakhir.



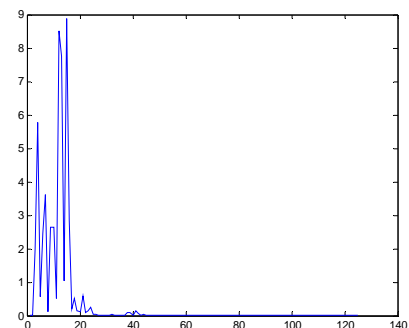
**Gambar 6 windowing frame 1 kata “backward”**

Gambar 6 merupakan hasil dari windowing untuk frame 1, proses windowing yang digunakan adalah hamming karena diduga hamming memiliki bentuk sinyal yang paling halus dibandingkan window yang lain sehingga hamming dapat optimal meminimalisir proses diskontinuitas

## 2.5 FFT (Fast Fourier Transform)

FFT ini dilakukan agar sinyal yang berada di domain waktu ini dapat diubah menjadi domain frekuensi agar di tahap berikutnya, hasil dari FFT ini dapat dilakukan proses MFCC.

Proses FFT ini diaplikasikan ke seluruh hasil frame yang telah di windowing



**Gambar 7 hasil dari proses FFT gambar 6**

Hasil gambar 7 inilah yang akan diaplikasikan ke proses MFCC karena syarat untuk melakukan proses MFCC yaitu harus diaplikasikan ke dalam sinyal dalam domain frekuensi.

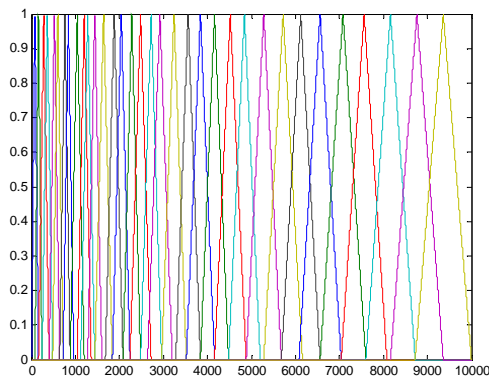
## 2.6 TOBF dan Mel Warping (proses MFCC)

Proses pembuatan TOBF (Triangle Overlapping Bandpass Filter) serta normalisasi terhadap Mel merupakan proses inti dalam ekstraksi sinyal suara dengan metode MFCC. Pada proses ini terdiri dari 3 tahap [1], [3], [7] yaitu:



1. Tahap pembuatan TOBF.
2. Tahap normalisasi Mel.
3. Tahap normalisasi akhir untuk frame.

Pada tahap 1 dibuat TOBF sebanyak jumlah channel yang ditentukan berdasarkan frekuensi sampling. Pada penelitian ini dilakukan frekuensi sampling sebesar 10000Hz sehingga jumlah channel yang diperlukan secara teori berkisar antara 30-40 buah dengan jarak antar channel serta lebar channel yang ditentukan oleh peneliti sehingga hasil dari tahap 1 dapat dilihat pada gambar 8.

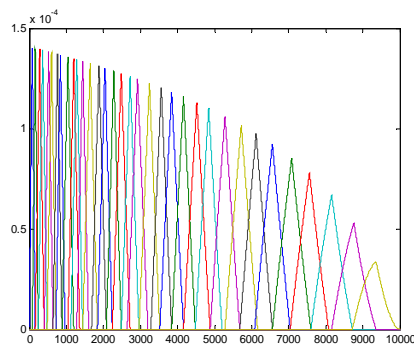


**Gambar 8 TOBF 34 channel**

Untuk dapat menormalisasi TOBF ini ke dalam satuan Mel maka diperlukan rumus Mel<sup>[7]</sup> yang telah ditetapkan yakni

$$Mel(f) = 2595 \log \left( 1 + \frac{f}{700} \right)$$

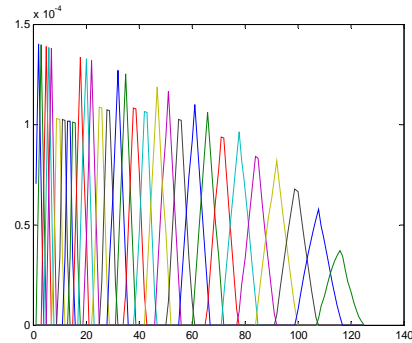
Hasil dari normalisasi tahap 2 dapat dilihat pada gambar 9



**Gambar 9 Normalized Mel TOBF 34 Channel**

Setelah mendapatkan hasil normalisasi TOBF terhadap Mel maka tahap terakhir akan dilakukan yakni pengaplikasian terhadap hasil frame yang telah dilakukan proses FFT sehingga bentuk TOBF

tahap 3 dapat dilihat pada gambar 10



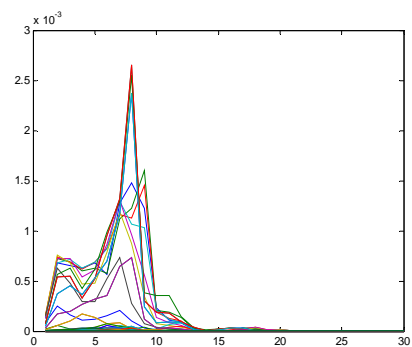
**Gambar 10 Normalized TOBF for frame 25 ms**

Hasil akhir di tahap 3 inilah yang akan diaplikasikan ke dalam frame FFT dan pengaplikasian ini dilakukan ke seluruh frame mulai dari awal hingga akhir.

## 2.7 DCT (Discrete Cosine Transform)

Proses DCT merupakan proses final untuk proses MFCC. Setelah dilakukan berbagai macam proses di tahap-tahap sebelumnya maka bentuk sinyal terakhir berada di dalam domain frekuensi yang merupakan domain hasil Mel Warping.

Pada dasarnya konsep dasar DCT adalah IFFT (inverse Fast Fourier Transform) sehingga metode ini dapat mengubah sinyal yang berada di domain frekuensi menjadi sinyal di domain waktu seperti semula, tetapi sinyal yang berada di domain waktu setelah proses ini merupakan koefisien-koefisien yang mewakili keseluruhan informasi penting dari sinyal analog yang telah didigitalkan pada proses perekaman.



**Gambar 11 Hasil akhir proses MFCC kata "Backward"**

## 2.8 LVQ (Learning Vector Quantization)

Secara umum proses pembelajaran Neural network terbagi dalam 3 jenis yaitu Supervised Learning, Unsupervised Learning dan Reinfor-

cement Learning [1], [5], [7].

Supervised learning yaitu proses pembelajaran berdasarkan input dan output yang diberikan dan juga berlandaskan pada jumlah input yang diberikan. Neural network jenis ini merupakan neural network yang paling banyak digunakan hingga saat ini seperti FF, FeedBack dan LVQ termasuk didalamnya akan tetapi dalam proses pembelajaran LVQ merupakan jenis supervised learning yang paling handal yang dipercaya dapat menyelesaikan masalah kompleks sekalipun.

Unsupervised learning merupakan proses pembelajaran yang mirip dengan Supervised learning namun proses pembelajaran ini memiliki output berdasarkan probabilitas yang diberikan oleh user.

Reinforcement learning merupakan jenis neural network yang terbaru yang paling jarang digunakan karena neural network jenis ini tidak diberikan input sama sekali dan hanya diberikan output saja. Neural network jenis ini dapat dengan sendirinya (independent) belajar sendiri untuk dapat mengenali outputnya sendiri seperti self-learning.

Pada penelitian ini dilakukan proses FF dan LVQ. Yang menjadi input bagi neural network adalah koefisien-koefisien MFCC dan outputnya ditentukan oleh user sendiri dan hasilnya terbilang cukup memuaskan dan handal.

### 3. Hasil Penelitian

Hasil proses yang ditunjukkan pada gambar-gambar di atas untuk kata “backward”. Proses tersebut juga dilakukan untuk kata-kata yang lain untuk data training. Hasil training tersebut digunakan untuk percobaan pengenalan suara manusia yang diharapkan dapat mengendalikan gerak quadrotor melalui instruksi yang diberikan oleh operator quadrotor.

Sebelum mendapat kan hasil yang ditunjukkan pada tabel 1, telah dilakukan percobaan berulang kali untuk mendapatkan nilai optimal seperti pada tabel tersebut.

Berdasarkan proses yang dilakukan maka hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 yang terdiri dari 12 kali dengan menggunakan frame blocking 25ms dan 12 kali untuk frame blocking 30ms, masing-masing dilakukan dengan proses analisis neural network menggunakan LVQ dan FF. TOBF antara 30 sampai 40 buah,

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan berulang kali, hasil yang paling optimal terdapat pada frame blocking sebesar 30ms dan TOBF sebanyak 34 dan 36 buah dengan menggunakan neural network jenis LVQ.

Percobaan	FrameBlock	Windowing	TOBF (number of Channel)	Neural Network	Hover	Landing	Right	Left	Forward	Backward	Persentase Total
1	25	Hamming	30	LVQ	76.7	100	96.7	90	83.3	83.3	88.33333333
2	25	Hamming	32	LVQ	60	100	93.3	90	83.3	83.3	84.98333333
3	25	Hamming	34	LVQ	76.7	100	93.3	90	83.3	83.3	87.76666667
4	25	Hamming	36	LVQ	80	100	93.3	90	83.3	83.3	88.31666667
5	25	Hamming	38	LVQ	83.3	100	93.3	90	83.3	83.3	88.86666667
6	25	Hamming	40	LVQ	60	100	93.3	90	83.3	83.3	84.98333333
7	30	Hamming	30	LVQ	83.3	100	93.3	90	83.3	83.3	88.86666667
8	30	Hamming	32	LVQ	96.7	100	96.7	70	83.3	83.3	88.33333333
9	30	Hamming	34	LVQ	90	100	93.3	90	83.3	83.3	89.98333333
10	30	Hamming	36	LVQ	93.3	100	90	90	83.3	83.3	89.98333333
11	30	Hamming	38	LVQ	86.7	100	90	90	83.3	83.3	88.88333333
12	30	Hamming	40	LVQ	73.3	100	93.3	90	83.3	83.3	87.2
13	25	Hamming	30	FF	33.3	93.3	16.7	83.3	50	83.3	59.97833333
14	25	Hamming	32	FF	26.7	46.7	70	90	80	80	65.56666667
15	25	Hamming	34	FF	46.7	100	36.7	60	63.3	83.3	65
16	25	Hamming	36	FF	16.7	83.3	90	20	83.3	80	62.21666667
17	25	Hamming	38	FF	56.7	76.7	80	90	76.7	83.3	77.23333333
18	25	Hamming	40	FF	63.3	100	70	40	70	83.3	71.1
19	30	Hamming	30	FF	26.7	100	66.7	80	83.3	83.3	73.32833333
20	30	Hamming	32	FF	76.7	66.7	23.3	86.7	50	83.3	64.45
21	30	Hamming	34	FF	40	36.7	43.3	16.7	36.67	83.3	42.77833333
22	30	Hamming	36	FF	26.7	96.7	86.7	90	0	83.3	63.9
23	30	Hamming	38	FF	83.3	40	60	40	70	83.3	62.76666667
24	30	Hamming	40	FF	30	100	50	80	20	76.7	59.45

Tabel 1 Hasil Penelitian

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengenalan suara pada responden:

1. Kejelasan kata yang diucapkan sebagai data training
2. Tingkat noise pada ruangan yang digunakan saat training
3. Jeda dari suku kata pertama dan berikutnya.
4. Intonasi responden.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses silence removal sangat diperlukan untuk pengenalan suara manusia.
2. Hasil koefisien dari proses MFCC mewakili informasi penting pada sinyal suara, karenanya pembuatan TOBF yang tepat sangat diperlukan.
3. Metode pembelajaran neural network LVQ merupakan metode pembelajaran yang tangguh dan handal dalam proses pengenalan suara, dibandingkan menggunakan FF.
4. Hasil rata-rata dalam proses pengenalan suara pada penelitian ini mencapai 89.98 %

Adapun saran yang dapat diberikan sehubungan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Jumlah jenis kata yang digunakan dapat ditingkatkan jauh lebih banyak lagi.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk metode ekstraksi yang lain seperti LPC dan HMM.

#### Daftar Pustaka

- [1] A Setiawan, A Hidayatno, R. R Isnanto, "Aplikasi Pengenalan Ucapan dengan Ekstraksi Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) Melalui Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Mengoperasikan Kursor Komputer", Penelitian Undip Semarang, 2011
- [2] Davis, S. Mermelstein, P., "Comparison of Parametric Representations for Monosyllabic Word Recognition in Continuously Spoken Sentences". In IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. 28 No. 4, pp. 357-366.,1980
- [3] Mishra,P., Agrawal,S., "Recognition of Voice using Mel Cepstral Coefficient & Vector Quantization". International Journal of Engineering Research and Application, Vol.2, Issue 2, Mar-Apr 2012, pp 933-938.
- [4] S K Hasnain, M Maqsood, M A Shahzad, S Bashir, "Development of Speech Recognition

- System", Technology Forces, Journal of Technology and Science, 2008.
- [5] Siang, J. J., "Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2005.
- [6] X. Huang, A. Acero, and H. Hon., "Spoken Language Processing: A guide to theory, algorithm, and system development". Prentice Hall, 2001.
- [7] W Gevaert, G Tsenov, V Mladenov, "Neural networks used for Speech Recognition", Journal of Automatic Control, University of Belgrade, 2010
- [8] Ajcl., "Frames Representation of Speech Signal", <http://basic-programming.blogspot.com/2005/11/frames-representation-of-speech-signal.html>, 2005.
- [9] Brookes, M., "VOICEBOX: a MATLAB toolbox for Speech Processing", [www.ee.ic.ac.uk/hp/staff/dmb/voicebox.html](http://www.ee.ic.ac.uk/hp/staff/dmb/voicebox.html), 2003
- [10] Kyaw,T.T. , " Robust Speaker Identification/Verification For Telephony Applications", <http://docs.exdat.com/docs/index-87374.html>, SIM University, 2009.
- [11] Tiwari, Ganesh., "Silence Removal and End Point Detection MATLAB Code", <http://ganeshthiwaridotcomdotnp.blogspot.com/2011/08/silence-removal-and-end-point-detection.html>, 2011.
- [12] Developer,NOKIA., "Digital Signal Processing", [https://projects.developer.nokia.com/DSP/wiki/Mel\\_frequency\\_cepstral\\_coefficients](https://projects.developer.nokia.com/DSP/wiki/Mel_frequency_cepstral_coefficients), 2012.
- [13] MATLAB Product help., "MATLAB Compiler: Introducing the MATLAB Compiler: Why Compile M-Files?", 2001.

#### [CV Penulis]

**Veronica Indrawati**, menyelesaikan studi S1 bidang teknik elektro di Sekolah Tinggi Teknik Surabaya pada tahun 1990. Dan studi S2 bidang control system di Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung pada tahun 1993. Sejak 1993 sampai saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya. Penelitian di bidang pemrosesan sinyal dan control system.

**Yudianto Gunawan**, Proses menyelesaikan studi S1 bidang teknik elektro di Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, dengan penelitian bidang pemrosesan sinyal suara.

# IMPLEMENTASI STANFORD NER UNTUK PEMBERIAN ENTITAS PADA DOKUMEN BAHASA INDONESIA

Viny Christanti M. , M.Kom<sup>1)</sup> , Ir. Jeanny Pragantha, M.Eng<sup>2)</sup> dan Andreas Aditya<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas  
Tarumanagara

Jl. Let. Jend. S. Parman no. 1, Jakarta, 11440

021-5671747

1) E-mail : viny@untar.ac.id

## Abstrak

*Named Entity Recognition* (NER) adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk memberikan suatu label kata (entitas) tertentu pada suatu data teks. Entitas yang dimaksud dapat berupa nama orang, lokasi, organisasi, nama hari dan lainnya. Beberapa metode yang digunakan dalam NER adalah metode statistik yang terdiri dari *hidden markov model*, *maximum entropy*, dan *conditional random field*. Metode tersebut sudah diterapkan pada sistem NER terkemuka yang telah dibuat adalah *Stanford NER*, *Lingpipe*, *GATE* dan lain-lain. Penelitian ini mengimplementasikan metode *Conditional Random Field* (CRF) yang sudah dikembangkan oleh Stanford untuk bahasa Inggris. Tujuan dari implementasi ini adalah untuk merancang sebuah program yang dapat membantu proses pemberian entitas terhadap dokumen bahasa Indonesia berdasarkan Stanford NER.

Pengujian digunakan dengan 10 dokumen berita yang digunakan pada proses testing, yang terdiri dari 5.279 kata.

Hasil pemberian entitas dengan program aplikasi menunjukkan tingkat keakurasian sebesar 59%. Fitur yang memberikan nilai akurasi tertinggi adalah fitur *Current Word* yaitu fitur yang melihat hanya pada kata yang diobservasi sesuai dengan data training yang disediakan.

**Kata Kunci:** *Conditional Random Field*, *Entitas Bahasa Indonesia*, *Named Entity Recognition*, *Natural Language Processing*, *Stanford NER*

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi, setiap orang dituntut supaya dapat memanfaatkan perkembangan itu dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan teknologi mencakup semua aspek kehidupan, salah satunya dalam bidang bahasa. Bahasa memiliki peranan yang sangat penting dalam pertukaran informasi dan atau menerima informasi. Salah satu media untuk pertukaran informasi adalah melalui membaca. Untuk mendapatkan informasi yang tepat dari membaca, diperlukan pengetahuan tentang sebuah tata bahasa yang baik dan benar.

Salah satu pemanfaatan teknologi dalam bidang bahasa adalah adanya program NER (*Named Entity Recognition*). NER adalah kegiatan pemberian label kata pada suatu kata [1]. NER dapat dianggap sebagai proses klasifikasi kata ke dalam kategori yang sesuai. Pada umumnya NER fokus dalam

mengklasifikasi kategori seperti nama orang, lokasi serta organisasi. Hasil dari pemberian NER ini diaplikasikan untuk sistem yang lebih besar misalnya *Question and Answering Systems*, *Search Engine* atau *Machine Translator*.

Beberapa sistem NER terkemuka yang telah dibuat adalah *Stanford NER 1*, *Lingpipe2*, *GATE3* dan lain-lain. Pada umumnya sistem NER yang ada dibuat hanya untuk pengembangan atau digabungkan dengan sistem lainnya. Sehingga tidak tersedia dalam bentuk yang mudah untuk digunakan. Salah satunya adalah Stanford NER, yang tersedia dalam 2 versi. Versi pertama menggunakan GUI dan yang kedua adalah dalam bentuk *class* yang harus digabungkan dalam program lain atau dalam bentuk *console*. Bentuk dalam GUI, hanya diperuntukkan untuk mencoba hasil training yang sudah ada. Kelemahan bentuk GUI ini adalah tidak dapat diimplementasikan untuk bahasa lain.

Penelitian di bidang *NER* untuk bahasa Indonesia sudah banyak dilakukan namun belum menghasilkan hasil yang maksimal. Hal ini karena bahasa Indonesia memiliki aturan yang berbeda dan memiliki ambiguitas lebih besar dibandingkan dengan bahasa lain, misalnya bahasa Inggris. Aplikasi *NER* yang sudah ada, sebagian besar memang dibangun dengan bahasa Inggris sehingga tidak dapat langsung diaplikasikan untuk bahasa Indonesia [2].

Stanford *NER* merupakan sebuah sistem dengan metode *Conditional Random Field* (*CRF*) yang digunakan untuk memberikan entitas pada kata secara otomatis.

Seperti diketahui, Stanford *NER* terdiri dari dua tahapan, yaitu tahapan training dan testing. Training dilakukan untuk membentuk classifier yang sesuai dengan karakteristik bahasa masing-masing. Stanford *NER* sendiri telah menyediakan beberapa classifier untuk bahasa Arab, Cina dan Jerman. Sedangkan bahasa Indonesia belum disediakan oleh Stanford *NER*. Classifier yang sudah tersedia dapat digunakan dengan mudah untuk melakukan pemberian label terhadap setiap kata. Classifier tersebut dapat langsung digunakan pada GUI Stanford *NER* yang sudah tersedia atau digabungkan dalam program lain.

Dalam melakukan training dibutuhkan beberapa tahapan yaitu menyiapkan dokumen, melakukan tokenisasi, pemberian label secara manual dan pemilihan fitur. Tahapan ini membutuhkan waktu yang tidak sedikit.

Stanford *NER* pun menyediakan berbagai macam fitur yang dapat disesuaikan dengan karakteristik bahasa. Fitur tersebut antara lain melihat kata sebelumnya, melihat susunan huruf besar dan kecil, melihat kata sesudahnya dan kata-kata yang khusus.

Proses yang tidak mudah dalam membangun classifier membuat setiap penelitian harus melakukan proses training dari awal. Pada tulisan ini masalah tersebut diatasi dengan mengimplementasikan Stanford *NER* dalam bentuk sebuah program dengan user interface sehingga mempermudah proses training dan testing Stanford *NER*.

Banyaknya fitur yang ada dalam Stanford *NER*, dapat menyulitkan peneliti untuk menemukan fitur yang tepat.

Dengan adanya program ini, diharapkan dapat membantu peneliti untuk memilih fitur tersebut.

Permasalahan yang muncul dalam perancangan ini adalah bagaimana sistem dapat membaca isi dokumen, bagaimana sistem akan melakukan proses *training* dokumen, bagaimana sistem akan

mengimplementasikan fitur-fitur yang dipilih, dan bagaimana sistem melakukan pemberian entitas dengan *Conditional Random Field* (*CRF*). Tujuan perancangan ini adalah merancang sebuah sistem untuk mempermudah proses pemberian entitas bahasa Indonesia dan menemukan fitur yang tepat dari suatu kata. Sehingga pada penelitian ini, classifier yang terbentuk difokuskan pada dokumen bahasa Indonesia.

## 2. Natural Language Processing

*Natural Language Processing* (*NLP*) atau pengolahan bahasa alami merupakan salah satu bidang ilmu *Artificial Intelligence* (kecerdasan buatan) yang mempelajari komunikasi antara manusia dengan komputer melalui bahasa alami. Pemrosesan bahasa alami tidak mudah dilakukan. Beberapa alasan yang menyulitkan pemrosesan bahasa alami diantaranya adalah dalam bahasa alami sering terjadi ambiguitas atau makna ganda, jumlah kosa kata (*vocabulary*) dalam bahasa alami sangat besar dan berkembang dari waktu ke waktu [3]. Beberapa tingkatan dari *natural language processing* adalah [5]:

1. Fonologi yang berhubungan dengan interpretasi bunyi ujaran dalam dan di antara kata-kata.
2. Morfologi yang berkaitan dengan sifat komponen makna dari kata-kata, yang terdiri dari morfem.
3. Leksikal yang melibatkan identifikasi pengolahan kata dan menentukan kelas tata bahasa yang nantinya digunakan pada tingkat sintaksis.
4. Sintaksis yang berfokus pada menganalisis kata-kata dalam sebuah kalimat untuk mengungkapkan struktur gramatikal pada kalimat.
5. Semantik berkaitan dengan pengertian yang bebas dengan konteks, mengambil satu kalimat pada suatu waktu.
6. Pragmatik yang berhubungan dengan pengetahuan yang berkaitan dengan masing-masing konteks yang berbeda tergantung pada situasi dan tujuan pembuatan sistem.

Pemberian entitas sendiri berada pada posisi leksikal. Dimana dengan adanya pemberian label pada setiap kata dapat membantu member informasi kepada komputer mengenai makna kata tersebut. Hasil pemberian entitas ini akan diteruskan untuk memahami struktur kalimat pada level selanjutnya.

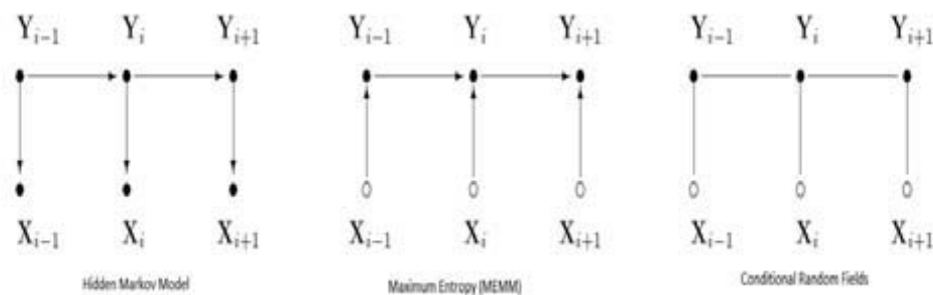
### 2.1. Named Entity Recognition

*Named Entity Recognition* (*NER*) adalah proses memberi label atau entitas pada setiap kata dalam kalimat dengan entitas yang sesuai untuk kata tersebut [6]. Pemberian entitas dapat dimanfaatkan

pada aplikasi NLP lain, seperti *information extraction*. Penggunaan *NER* dapat membantu mencari suatu kata yang penting dalam suatu dokumen. *NER* dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. *NER* dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan satu atau beberapa ahli bahasa yang memberikan *entitas* yang bersesuaian untuk tiap kata pada suatu teks atau *corpus* [4]. Beberapa metode yang digunakan dalam *NER* adalah metode statistik yang terdiri dari *hidden markov model*, *maximum entropy*, dan *conditional random field*.

Perbedaan ketiga metode ini hanya akan mempengaruhi keakuratan dan kemampuan suatu program dalam memberikan entitas yang sesuai.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini. Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat bahwa metode *Conditional Random Field (CRF)* merupakan metode yang bersifat tidak berarah, sehingga metode ini dapat dengan cepat dalam memberikan entitas namun dengan akurasi yang tidak buruk. Selain dipengaruhi oleh metode yang digunakan, tingkat keakuratan sebuah pemberian entitas juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: jumlah data yang digunakan saat *training* dan perbedaan antara *corpus* (teks) yang digunakan pada saat *training* dengan saat menggunakan aplikasi, serta jumlah *unknown words* (kata yang tidak dikenali) [4].



Gambar 1 Perbedaan Graph HMM, MEMM dan CRF

Stanford NER merupakan sebuah sistem dengan metode *Conditional Random Field (CRF)* yang digunakan untuk memberikan entitas pada token seperti nama orang, nama organisasi, atau nama tempat. Stanford NER dikembangkan oleh The Stanford Natural Language Processing Group dari Universitas Stanford. Stanford NER mulai dikembangkan oleh NLP group pada tahun 2003 [7].

## 2.2. Conditional Random Field

*Conditional Random Field (CRF)* merupakan metode pemberian entitas yang diperkenalkan oleh John Lafferty pada tahun 2001 [7]. Metode ini didasarkan pada ilmu statistika yang mengutamakan probabilitas bersyarat.

Metode ini merupakan metode dengan model graf tidak berarah yang memungkinkan adanya evaluasi antar kata dengan kemungkinan yang sangat banyak. *CRF* sebagai salah satu model kondisional juga memiliki makna bahwa *CRF* bekerja dengan konsep probabilitas kondisional terhadap suatu rangkaian label, berdasarkan sebuah rangkaian observasi. Sehingga nilai probabilitas suatu rangkaian label yang menjadi keluaran *CRF* bergantung pada rangkaian observasi yang menjadi input *CRF*.

*CRF* merupakan sebuah kerangka untuk membangun sebuah model probabilistik yang

digunakan untuk melakukan proses segmentasi dan pelabelan data. *CRF* sendiri memiliki bentuk berupa model graf tidak berarah yang berarti setiap sisi yang menghubungkan setiap titik dalam suatu graf tidak memiliki arah. Pada *CRF*, setiap titik pada graf merepresentasikan sebuah variabel acak dan setiap sisinya merepresentasikan hubungan antar dua variabel acak.

*CRF* menyatakan sebaran log-linier untuk sebuah rangkaian label berdasarkan sebuah rangkaian observasi. Rangkaian observasi merupakan rangkaian simbol yang "dilihat" oleh *CRF* dan menjadi masukan bagi proses probabilistik yang dilakukan *CRF*. Sementara rangkaian label merupakan keluaran dari *CRF* berupa satu untai simbol yang dihasilkan dari proses probabilistik *CRF*. Berikut ini adalah contoh perumusan dari metode *CRF* itu sendiri, [7]

$$P_{\theta}(Y|X) \propto \exp\left(\sum_{e \in E} \lambda_e f_e(\theta, Y|X) + \sum_{u \in U} \lambda_u g_u(u, Y|X)\right) \quad (1)$$

Pada keterangan di atas  $f_k$  dan  $g_k$  merupakan fungsi fitur.  $f_k$  adalah fitur sisi yang berurusan dengan transisi antara label dalam suatu rangkaian label. Sementara  $g_k$  merupakan fitur titik yang berurusan dengan label individu dalam suatu rangkaian.  $\lambda_k$  dan  $\mu_k$  merupakan parameter yang nilainya diperkirakan berdasarkan data yang

digunakan dalam proses pelatihan. Perkiraan parameter digunakan untuk mendapatkan nilai  $\theta = (\lambda_1, \lambda_2, \dots; \mu_1, \mu_2, \dots)$  yang dapat memaksimalisasi nilai probabilitas rangkaian observasi.

### 2.3. Stanford NER

Stanford NER merupakan salah satu sistem pemberian NER yang sudah banyak dipakai oleh parapeneliti. Untuk mengimplementasikan Stanford NER terhadap bahasa lain, ada 2 tahap yang harus dikerjakanyaitu tahapan training dan testing. Tahap training dilakukan untuk membangun classifier. Setelah classifier terbentuk tahapan selanjutnya adalah testing.

*Classifier* merupakan sebuah alat pembelajaran mesin yang mengambil informasi dan menentukannya kedalam salah satu dari  $k$ -buah kelas [8]. Pelatihan dilakukan dengan beberapa langkah antara lain ekstraksi fitur dan perhitungan bobot untuk tiap fitur. Fitur-fitur yang dapat digunakan dalam melatih sebuah *classifier* adalah [9] :

1. Current Word: Fitur ini mencari keseluruhan input data dan akan mengenali apa saja kata yang terdapat pada data training yang sesuai dengan entitasnya.
2. Previous Word: Fitur ini akan mencari suatu kata yang telah sesuai dengan entitasnya, kemudian akan membandingkan kata tersebut dengan kata sebelumnya yang telah di-training sebelumnya. Fitur ini juga secara signifikan akan meningkatkan tingkat akurasi. Contoh: biasanya setelah tanda titik, kata selanjutnya adalah kata orang, yang termasuk ke dalam entitas person.
3. Next Word: Fitur ini berfungsi untuk mengecek apakah kata yang telah diberi label telah sesuai dengan kata selanjutnya. Contoh: biasanya setelah nama orang maka kata selanjutnya biasanya adalah kata kerja.
4. Current Word Character n-gram, (WordNgram): Fitur ini berfungsi untuk menghitung nilai probabilitas n-gram suatu kata. Ngram yang digunakan adalah  $N=2$ .
5. Current POS Tag: Fitur yang berfungsi untuk membandingkan kata yang telah diberi label dengan bantuan POS Tagging (Part Of Speech Tagging).
6. Surrounding POS Tag Sequence, (Sequence): Fitur ini berfungsi untuk membandingkan sebuah kata yang telah diberi tagging dengan kata-kata yang berada disekitarnya.
7. Current Word Shape, (Wordshape): Fitur ini berfungsi untuk mengecek bentuk dari suatu kata, apakah kata tersebut merupakan suatu bentuk lain dari kata yang sama.

8. Surrounding Word Shape Sequence: Fitur ini mempunyai fitur yang sama dengan current word shape, hanya bedanya, fitur ini mengecek kata-kata yang berada di antara kata yang akan diberi label.
9. Fitur Class: Fitur ini berguna untuk mengelompokkan setiap kata dengan entitasnya masing-masing.
10. No Mid Ngram: Fitur ini berguna untuk menghilangkan nilai tengah dari Ngram suatu kata.

Algoritma CRF pada Stanford NER itu sendiri adalah proses inisialisasi yang terdiri dari pemberian *entitas* secara manual dan pemberian *entitas* secara otomatis, serta fase pembelajaran yang terdiri dari pengulangan dalam menghitung nilai kesalahan dari setiap kata dengan *entitas*, memilih fitur yang terbaik, dan mengulangi (evaluasi kata) sampai mencapai nilai yang paling besar. Penggunaan algoritma CRF dalam Stanford NER, diharapkan juga dapat diimplementasikan pada bahasa Indonesia.

### 2.4. Rancangan dan Pembuatan Program

Program aplikasi yang dirancang bertujuan untuk memudahkan penggunaan Stanford NER untuk bahasa Indonesia dan memberikan *entitas* secara otomatis pada suatu kata. Program aplikasi dibagi menjadi 2 tahap yaitu training dan testing. Tahapan dalam proses training adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan *corpus* (teks) yang belum diberi entitas.
- b. Tokenisasi *corpus* yang belum diberi entitas menjadi dua kolom, pada kolom pertama berisi kata dari *corpus*, kolom kedua berisi entitas dari masing-masing kata.
- c. Memberikan entitas pada setiap kata secara manual, kata yang tidak mempunyai entitas diberikan huruf "O" (*Other*).
- d. Membuat daftar fitur yang akan digunakan.
- e. Melatih *Classifier* dengan menggunakan *corpus* yang sudah diberi entitas.

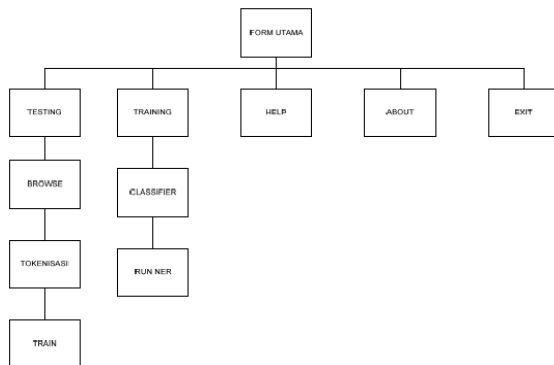
Sedangkan tahapan proses testing adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan file yang akan dicari entitasnya.
- b. Memilih *classifier* yang akan digunakan.
- c. Melakukan proses testing dengan program.

Data yang diinput pada aplikasi ini berupa dokumen artikel berita berbahasa Indonesia yang telah diubah ke dalam bentuk teks dalam format .txt. Jumlah dokumen yang digunakan pada perancangan ini adalah sebanyak 60 dokumen artikel berita. Terdiri dari 50 dokumen artikel untuk proses *training* dan 10 dokumen artikel untuk proses

pengujian. Sementara itu, untuk jumlah kata yang diproses pada sebuah dokumen, tidak dibatasi.

Perancangan diagram hirarki bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai modul yang dibuat. Rancangan diagram hirarki dapat dilihat pada Gambar 2. Tampilan pertama dalam program aplikasi ini adalah menu utama yang menampilkan lima tombol menu yang mengarah ke modul-modul yang dapat dipilih pengguna, yaitu: modul *training*, modul *testing*, modul *about*, modul *help* dan modul *exit*.



Gambar 2 Rancangan Diagram Hirarki

Pembuatan sistem diawali dengan membuat rancangan sistem yang digunakan. Setelah itu dilakukan tahap pembuatan program aplikasi yang dimulai dari pembuatan GUI (*graphical user interface*) sampai dengan pengujian hasil dan evaluasi hasil pemberian *entitas* dari program yang dirancang. Spesifikasi dari perangkat keras yang akan digunakan dalam pembuatan program aplikasi ini antara lain:

1. Processor Intel(R) Core(TM)2 Duo T5550 1.83GHz
2. Hard disk berkapasitas 160 GB
3. Memori RAM 512 MB
4. Monitor 12.1"
5. Keyboard
6. Optical mouse
7. DVD ROM

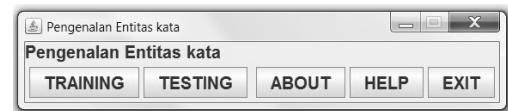
Spesifikasi dari perangkat lunak yang akan digunakan dalam pembuatan aplikasi ini antara lain:

1. Microsoft Windows 7 Home Premium
2. Netbeans 7.1
3. Java Development Kit 1.6
4. Wordpad

Program aplikasi dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Java dengan Netbeans. Tahap-tahap dalam membuat program adalah :

### 1. Form Utama

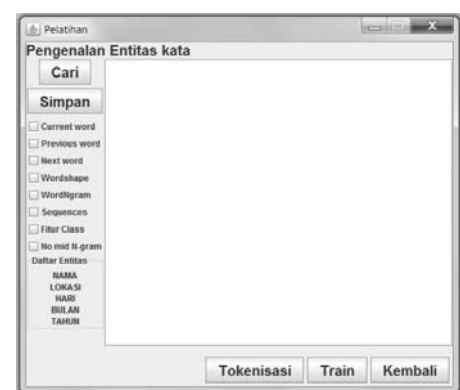
Form utama merupakan form awal pada program yang berhubungan dengan form-form lainnya. Di dalam form utama terdapat *button training*, *button testing*, *button about*, dan *button help*, dan *button exit*. Form utama dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Form Utama

### 2. Form Training

Pada form ini terdapat 5 buah tombol utama dan 8 buah fitur yang dapat dipilih. *Button Cari* untuk memilih file yang akan digunakan untuk proses *training*. *Button Simpan* digunakan untuk menyimpan file yang sudah di-load oleh program. *Button Tokenisasi* digunakan untuk memecah setiap kata yang ada didalam sebuah file menjadi 1 buah kata per-baris dan menambahkan "O" diakhir kata tersebut. *Button Train* digunakan untuk membuat *classifier*. *Button Kembali* digunakan untuk kembali ke form utama. Form *training* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Form Training

### 3. Form Testing

Form ini berisi 5 buah tombol yang dapat digunakan untuk mengoperasikan fungsi utama. *Button Cari* berguna untuk membuka file yang akan dicari *entitasnya*. *Button Classifier* digunakan untuk me-load *classifier* yang dibuat pada saat menggunakan form *training* ataupun *fileclassifier* yang telah disertakan. *Button Jalankan* berguna untuk memulai proses pencarian *entitas* secara otomatis (program). *Button kembali* digunakan untuk kembali ke form utama. *Button Simpan* digunakan untuk menyimpan hasil pemberian *entitas* secara otomatis. Form *testing* dapat dilihat pada gambar 5.





Gambar 5 Form Testing

### 3. Hasil Pengujian

Tahap-tahap dalam pengujian sistem, antara lain :

1. Mengumpulkan dokumen artikel yang digunakan sebagai bahan pengujian program. Dokumen artikel didapat dari *website* berita seperti [www.kompas.com](http://www.kompas.com). Artikel berisi berita tentang seputar olahraga dan kesehatan. Artikel yang didapat dari hasil pencarian dokumen sebanyak 60 buah dokumen artikel. Sebanyak 50 dokumen digunakan untuk proses *training* dan 10 dokumen digunakan untuk proses *testing*.
2. Melakukan pengujian terhadap setiap modul dan tombol untuk mengecek apakah semua modul dan tombol yang terdapat pada program berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya masing-masing.
3. Melakukan proses *training* dan *testing*.
4. Membuat buku *manual* yang bertujuan membantu pengguna menggunakan program aplikasi ini.

Pengujian keseluruhan terhadap aplikasi ini dilakukan dengan menjalankan *form-form* yang tersedia, yaitu *form* utama, *form training*, *form testing*, *form about* dan *form help*. Pengujian terhadap seluruh *form* dapat dikatakan berhasil karena seluruh *form* berjalan sebagaimana mestinya. Semua menu dan tombol dalam masing-masing *form* dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Contoh hasil pemberian *NER* pada program dapat dilihat pada gambar 6 dan contoh artikel dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6 Hasil Pemberian Entitas

Sementara <nama>Wanggai</nama> terlihat sibuk "melobi" <lokasi>Keane</lokasi> di depan bangku cadangan. Dari pengamatan Kompas.com di tribun media, <nama>Oktoavianus Maniani</nama> juga terlihat menginginkan kaus mantan pemain <nama>Tottenham Hotspur</nama> itu.

Namun, <nama>Keane</nama> terlihat tak kunjung membuka kausnya sampai ia akhirnya menuju ruang ganti. Ternyata, usaha <nama>Wanggai</nama> tak sia-sia. Penyerang asal <lokasi>Papua</lokasi> itu berhasil mendapatkan seragam nomor 14 milik <nama>Keane</nama>.

Gambar 7 Contoh Artikel yang sudah diberi label secara otomatis

Setelah dilakukan pengujian terhadap *form-form* yang ada, maka dilakukan pengujian terhadap pemberian *entitas*. Pada pengujian pertama, pelatihan menggunakan data training yang berisi 50 buah artikel berbahasa Indonesia dengan jumlah kata mencapai 32.685 buah kata.

Sedangkan pada pengujian kedua, *file data training* berisi 50 buah artikel pada pengujian pertama, ditambah dengandaftar nama orang-orang Indonesia, lokasi yang ada di Indonesia, nama-nama hari, dan tahun. Pengujian dilakukan terhadap 10 dokumen artikel, dengan jumlah seluruh kata sebanyak 5.279 kata. Jumlah data dan kata dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah data training dan testing pada setiap pengujian

Pengujian	Jumlah data training		Jumlah data testing	
	Dokumen	Kata	Dokumen	Kata
1	50	32.685	10	5.279
2	50+daftar nama, lokasi, hari, tahun di Indonesia	123.678	10	5.279

Penambahan daftar nama, lokasi, hari dan tahun yang berlaku di Indonesia ditujukan untuk mengatasi nama, lokasi, hari atau tahun yang tidak terdapat pada data training. Daftar tersebut diperoleh dari berbagai sumber seperti website, peta dan kamus bahasa Indonesia.

Pengujian dilakukan pada setiap fitur yang terdapat pada Stanford NER. Fitur tersebut dicobakan terhadap pengujian 1 dan 2. Hasil dari pengujian 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel 2. Nilai akurasi didapat dari total entitas yang diperoleh oleh program, dibagi dengan jumlah entitas manual dari ke 10 buah file data *testing*.

**Tabel 2 Hasil akurasi setiap fitur untuk pengujian 1 dan 2**

Fitur	Pengujian 1	Pengujian 2
Current Words	50.51%	59%
Previous Words	54.76%	53%
Next Words	57.89%	54%
Word Shape	50.91%	55%
Word Ngrams	46.26%	58%
Sequence	50.91%	50%
Fitur Class	50.91%	52%
No midNgram	50.91%	54%
All fitur	45.34%	56%
Rata-rata	50.93%	54.35%

Pada tabel 2, dapat terlihat bahwa secara rata-rata pengujian 2 menghasilkan akurasi yang lebih baik dibandingkan akurasi pengujian 1. Sehingga terbukti pengaruh penambahan daftar nama mempengaruhi hasil akurasi walaupun tidak signifikan. Apabila dilihat dari fitur yang dipilih maka fitur Next Word merupakan fitur yang menghasilkan nilai akurasi terbaik yaitu 54.35%. Namun hal ini hanya berlaku pada pengujian 1. Hasil jumlah entitas yang benar diberi label dapat dilihat pada tabel 3. Pada tabel 3 juga dapat dilihat bahwa entitas organisasi paling banyak mengalami kesalahan diberi label.

**Tabel 3 Jumlah entitas yang berhasil dan benar diberi label pada pengujian 1**

Fitur	Entitas						Total	%
	Nama	Lokasi	Organisasi	Hari	Bulan	Tahun		
Entitas manual	316	132	247	12	5	35	988	
All fitur	312	91	0	11	0	34	448	45.34
No mid N-gram	438	30	0	0	0	35	503	50.91
Fitur class	438	30	0	0	0	34	503	50.91
Sequence	438	30	0	0	0	35	503	50.91
Word Ngram	305	106	0	11	0	35	457	46.26
Word Shape	43	830	0	0	0	35	503	50.91
Next Word	360	170	0	8	0	34	572	57.89
Previous Word	396	92	0	71	1	35	541	54.76
Current Word	366	91	0	7	0	35	499	50.51

Kesalahan pemberian label dapat terjadi karena pemilihan fitur yang kurang tepat dan kurang beragamnya data yang digunakan pada saat training. Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa kata <nama>Macau Terbuka Grand Prix Gold</nama> salah diberi label. Dimana seharusnya pemberian label untuk “Macau Terbuka Grand Prix Gold” adalah organisasi.

<p>&lt;lokasi&gt;JAKARTA&lt;/lokasi&gt;, KOMPAS.com Dua tunggal putra &lt;lokasi&gt;Indonesia&lt;/lokasi&gt;, Taufik Hidayat dan &lt;nama&gt;Simon Santoso&lt;/nama&gt;, melangkah ke perempat final &lt;nama&gt;Macau Terbuka Grand Prix Gold&lt;/nama&gt;. Pada babak ketiga, &lt;hari&gt;Kamis&lt;/hari&gt; (1/12/2011), mereka bermain alot untuk menaklukkan lawannya sehingga tetap memelihara peluang membawa pulang gelar turnamen berhadiah 200.000 dollar AS tersebut.</p> <p>Taufik, unggulan ketiga, dipaksa bermain rubber-game 21-11, 20-22, 21-16 melawan pemain &lt;lokasi&gt;China&lt;/lokasi&gt;, &lt;nama&gt;Chen Yuekun&lt;/nama&gt;. Hal serupa juga dialami &lt;nama&gt;Simon&lt;/nama&gt;, unggulan kelima, yang bermain lebih dari satu jam untuk menang 21-19, 22-24, 21-12 atas unggulan ke-12 dari &lt;lokasi&gt;Hongkong&lt;/lokasi&gt;, &lt;nama&gt;Wong Wing Ki&lt;/nama&gt;.</p> <p>Di babak delapan besar, &lt;hari&gt;Jumat&lt;/hari&gt; (2/12/2011), Taufik bertemu unggulan keenam dari &lt;lokasi&gt;Korea&lt;/lokasi&gt;, &lt;nama&gt;Lee Hyun Il&lt;/nama&gt;, yang menang 21-13, 21-15 atas unggulan ke-16 dari &lt;lokasi&gt;Taiwan&lt;/lokasi&gt;, &lt;nama&gt;Hsueh Hsuan Yi&lt;/nama&gt;. Sementara itu, &lt;nama&gt;Simon&lt;/nama&gt; menghadapi unggulan ke-14 dari &lt;lokasi&gt;India&lt;/lokasi&gt;, &lt;nama&gt;Kashyap Parupalli&lt;/nama&gt;, yang menang 13-21, 21-17, 21-17 atas pemain &lt;lokasi&gt;Taiwan&lt;/lokasi&gt;, &lt;nama&gt;Chou Tien Chen&lt;/nama&gt;.</p>
---

**Gambar 8 Contoh artikel hasil pemberian label secara otomatis untuk dokumen dengan judul “Taufik dan Simon Bertemu Pemain Taiwan”**

Kesalahan pemberian label juga terjadi pada kalimat <organisasi>JAKARTA, Kompas.com –

Taufik Hidayat lolos ke perempat final Macau Terbuka GP Gold</organisasi>. Kesalahan ini terjadi karena ada tanda“-“ diantara kalimat tersebut yang dipisahkan oleh spasi.

Padahal seharusnya kata “Jakarta” terpisah sendiri mendapat label <lokasi>. Kemudian kata “Taufik Hidayat” diberi label <nama> dan “Macau Terbuka GP Gold” adalah <organisasi>. Adanya tanda“-“ membuat sistem melihat bahwa kalimat tersebut adalah satu kesatuan.

Kesalahan pada sistem ini terjadi karena belum ada perlakuan terhadap tanda baca tertentu yang dianggap menjadi penghubung antar kata. Kesalahan pemberian label nama juga terjadi pada kata <nama>Lolosnya Simon</nama> seharusnya hanya kata "Simon" saja yang diberikan entitas nama.

Kesalahan ini terjadi pada fitur Word Shape. Dimana fitur ini melihat kata yang diawali huruf besar mendapat nilai lebih dibandingkan kata tanpa diawali huruf besar. Pada dokumen kata “Lolosnya” diawali dengan huruf besar “L”, sehingga probabilitas “Lolosnya Simon” merupakan satu nama menjadi lebih besar dibandingkan kata “Simon” saja yang merupakan nama.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan pembuatan program dan pengujian terhadap setiap fitur maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Program implementasi Stanford NER untuk bahasa Indonesia dapat memudahkan peneliti untuk melakukan pemilihan dan perubahan fitur. Kemudahan ini dapat membantu pelatihan pemberian entitas.
2. Fitur dengan hasil akurasi tertinggi adalah fitur Current Word yang menghasilkan akurasi sebesar 59%.
3. Secara keseluruhan hasil akurasi tertinggi diperoleh pada pengujian kedua yaitu pengujian dengan menambahkan daftar nama, lokasi, organisasi, hari, bulan dan tahun.
4. ntitas yang gagal untuk diberi label adalah entitas organisasi. Kesalahan pemberian label dapat terjadi karena kata tidak berhasil diberi label atau kata diberi label organisasi namun salah.

Hasil dari pemberian entitas dan pemilihan fitur masih jauh dari akurasi yang diinginkan. Walaupun demikian hasil dari program ini sudah dapat banyak membantu bagi peneliti untuk melakukan pemilihan fitur yang ada. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat difokuskan pada kombinasi fitur sehingga diperoleh hasil pemberian label yang akurat. Selain itu perlu dilakukan beberapa perlakuan khusus terhadap beberapa kata khusus yang berlaku di Indonesia. Seperti kata majemuk, kata berulang dan lainnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] Arman, ArryAkhmad, *Teknologi Pemrosesan Bahasa Alami sebagai Teknologi Kunci untuk Meningkatkan Cara Interaksi antara Manusia dengan Mesin*, Seminar Ilmiah Dr. ArryAkhmad Arman (Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri – ITB), pada acara Sidang Terbuka Institut Teknologi Bandung, 23 Agustus 2004.
- [2] Brants, Thorsten, *Natural Language Processing in Information Retrieval*, In Proceedings of the

14th Meeting of Computational Linguistics in the Netherlands, p.1-13, 2004.

- [3] Brill, Eric (1992), *A Simple Rule-Based Part of Speech Tagger*, ANLC '92 Proceedings of the third conference on Applied natural language processing, P.152-155.
- [4] Chandrawati, Triastuti, *Pengembangan Part Of Speech Entitasger untuk Bahasa Indonesia Berdasarkan Metode Conditional Random Fields dan Transformation Based*, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia (Skripsi tidak dipublikasikan), 2004
- [5] Liu, X. and Croft, W. B., Statistical language modeling for information retrieval. *Ann. Rev. Info. Sci. Tech.*, 39: 1–31, 2006
- [6] Cutting, Doug. etc. *A Practical Part-of-Speech Tagger*, IN PROCEEDINGS OF THE THIRD CONFERENCE ON APPLIED NATURAL LANGUAGE PROCESSING, p.133-140, 1992.
- [7] Lafferty, John, Andrew McCallum, and Fernando Pereira. *Conditional random fields: Probabilistic models for segmenting and labeling sequence data*. In Proceedings of ICML 2001.
- [8] Christopher Manning and Dan Klein. 2003. *Optimization, Maxent Models, and Conditional Estimation without Magic*. Tutorial at HLT-NAACL 2003 and ACL 2003.
- [9] Jenny Rose Finkel, et al., *Incorporating Non-local Information into Information Extraction Systems by Gibbs Sampling*, ACL '05 Proceedings of the 43rd Annual Meeting on Association for Computational Linguistics, pages 363-370, 2005.

#### [CV Penulis]

**Viny Christanti M., M.Kom**, memperoleh gelar M.Kom dari Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia. Saat ini aktif mengajar di Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara.

**Jeanny Pragantha, M.Eng.**, Dosen Teknik Informatika, Universitas Tarumanagara.

**Andreas Aditya, S.Kom**, memperoleh gelar S.Kom dari Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara

# PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA AWAL PENYAKIT JANTUNG KORONER

Ricky Lie<sup>1)</sup>, Yudhi Windarto<sup>2)</sup>

<sup>1)2)</sup> *Fakultas Teknik Ilmu Komputer Jurusan Teknik Informatika  
Universitas Kristen Krida Wacana – Jakarta  
021-5666952*

<sup>1)</sup>Rickylie1989@gmail.com, <sup>2)</sup>Yudhi\_yk@yahoo.com

## Abstrak

Penyakit jantung merupakan pembunuh nomor satu di dunia. Kurangnya kepedulian masyarakat akan resiko penyakit jantung koroner serta mahalnya biaya pemeriksaan jantung semakin menambah angka kematian yang disebabkan oleh penyakit ini. Dari kenyataan ini perlu adanya lebih banyak informasi kepada masyarakat mengenai penyakit jantung koroner dan juga pengenalan dini terhadap gejala penyakit jantung koroner tersebut. Oleh karena itu, sebagai salah satu solusi, di rancang sebuah aplikasi yang mampu memberikan diagnosa awal penyakit jantung koroner yang mudah digunakan, menarik, dan dapat menghemat waktu & biaya. Aplikasi sistem pakar ini dirancang untuk mendiagnosa menggunakan pertanyaan-pertanyaan yang menyangkut faktor resiko dan gejala dari penyakit jantung koroner yang diperoleh dari pengetahuan dan pengalaman seorang dokter pakar penyakit jantung. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan metode *forward chaining* untuk menghasilkan prosentase kemungkinan terkena penyakit jantung koroner. Dengan menggunakan aplikasi ini, pengguna juga diharapkan dapat mengetahui informasi cara kerja jantung, penyebab terjadinya penyakit jantung koroner, faktor resiko dan faktor gejala penyakit jantung koroner. Aplikasi Diagnosa Penyakit Jantung Koroner dirancang menggunakan *Adobe Flash CS3* dengan bahasa pemrograman *actionscript 2.0*.

Kata Kunci: Diagnosa, sistem pakar, jantung koroner

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Jantung merupakan organ yang sangat penting bagi manusia. Faktor kesehatan jantung sangat dipengaruhi oleh pola makanan dan pola pikir manusia tersebut. Tanda-tanda penyakit jantung diawali dengan gejala seperti nafas berat, rasa sakit pada rahang, rasa sakit pada punggung, berkeringat dingin, pingsan, gemetaran, dan rasa panas pada bagian dada. Salah satu jenis penyakit jantung pada manusia adalah penyakit jantung koroner. Penyakit jantung koroner menyerang pembuluh darah dan dapat menyebabkan serangan jantung. Serangan jantung dikarenakan pembuluh darah koroner yang tersumbat atau menyempit dan menghambat penyaluran oksigen dan nutrisi ke jantung, sehingga otot jantung kekurangan oksigen dan nutrien. Proses ini dapat mengakibatkan komplikasi yang fatal.[2]

Kebanyakan orang menganggap bahwa sakit jantung di karenakan faktor usia. Di Indonesia penyakit ini kebanyakan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

1. Gaya hidup yang tidak sehat.
2. Masih banyak orang yang beranggapan penyakit jantung merupakan penyakit yang hanya menyerang orang tua. Padahal, penyakit jantung bisa menyerang siapa saja dan usia muda juga rentan terhadap penyakit ini.
3. Gejala gangguan jantung seringkali sulit dikenali sehingga sering diabaikan.

Beberapa fakta diatas menunjukkan sebagian masyarakat kurang peduli atau bahkan tidak tahu terhadap berbagai gejala penyakit jantung koroner yang mestinya bisa dikenali secara dini. Biaya pemeriksaan jantung yang relatif mahal juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan keengganan masyarakat untuk peduli terhadap kesehatan jantungnya. Berdasarkan latar belakang diatas dibutuhkanlah suatu sistem yang bisa memberikan informasi tentang kesehatan jantung, mengenali atau mendiagnosa kemungkinan seseorang menderita penyakit jantung koroner secara dini. Kehadiran sistem pakar dirasa perlu karena memungkinkan masyarakat mendiagnosa secara dini dan mandiri kemungkinan menderita penyakit jantung koroner. Dengan adanya sistem pakar,

keahlian para pakar ini dapat direpresenasikan dalam suatu sistem dan memungkinkan orang awam dapat mengerjakan pekerjaan secara mandiri. Selain itu, sistem pakar dapat mengambil keputusan dengan cepat dan tepat serta dapat digunakan kapan saja.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang aplikasi sistem pakar untuk mendignosa berdasarkan persentase peluang seseorang untuk terkena penyakit jantung koroner. Adapun manfaat yang diperoleh dari perancangan aplikasi ini adalah untuk memberikan solusi dan langkah-langkah yang harus diambil ketika seseorang mengalami gejala penyakit jantung.

## 2. Model, Analisa, Desain dan Implementasi

### 2.1 Teori

#### 2.1.1 Pengertian Jantung koroner

Jantung merupakan suatu organ otot berongga yang terletak di pusat dada. Bagian kanan dan kiri jantung masing-masing memiliki ruang sebelah atas (*atrium*) yang mengumpulkan darah dan ruang sebelah bawah (*ventrikel*) yang mengeluarkan darah. Agar darah hanya mengalir dalam satu arah, maka *ventrikel* memiliki satu katup pada jalan masuk dan satu katup pada jalan keluar..

Jantung begitu penting bagi manusia, maka harus dijaga kesehatannya. Jika jantung ini terganggu maka dapat menyebabkan berbagai penyakit jantung. Salah satu penyakit jantung yaitu penyakit jantung koroner. Penyakit ini dapat membawa kematian bagi penderitanya. Penyakit jantung koroner adalah jenis penyakit jantung yang terjadi akibat penyumbatan atau penyempitan pada dinding nadi koroner karena terjadi endapan lemak dan kolesterol sehingga mengakibatkan pemasukkan darah ke jantung menjadi terganggu.[1]

#### 2.1.2 Sistem Pakar

Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengapdosi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik di rancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kemampuan / pengetahuan dari para ahli.

Tujuan dari sebuah sistem pakar adalah untuk mentransfer kepakaran yang dimiliki seorang pakar kedalam komputer, dan kemudian kepada orang lain (*nonexpert*).

Aktifitas yang dilakukan untuk memindahkan kepakaran:

1. *Knowledge Acquisition* (dari pakar atau sumber lainnya)
2. *Knowledge Representation* (ke dalam komputer)
3. *Knowledge Inferencing*
4. *Knowledge Transferring*

Dengan sistem pakar, orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli. Bagi para ahli, sistem pakar juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman.

Sistem pakar, utamanya tersusun atas basis data pengetahuan (*knowledge base*) dan mesin inferensi (*inference engine*) [3]

### 2.2 Analisa

#### 2.2.1 Batasan Aplikasi

Agar pembahasan tidak meluas maka perlu pembatas masalah-masalah sebagai berikut :

1. Pada aplikasi ini hanya membahas mengenai penyakit jantung koroner.
2. Aplikasi yang dibangun untuk mengetahui seberapa besar orang tersebut berpeluang terkena jantung koroner berdasarkan gejala kemudian memberikan saran.
3. Merancang aplikasi yang mudah digunakan dan interaktif.

#### 2.2.2 Metode

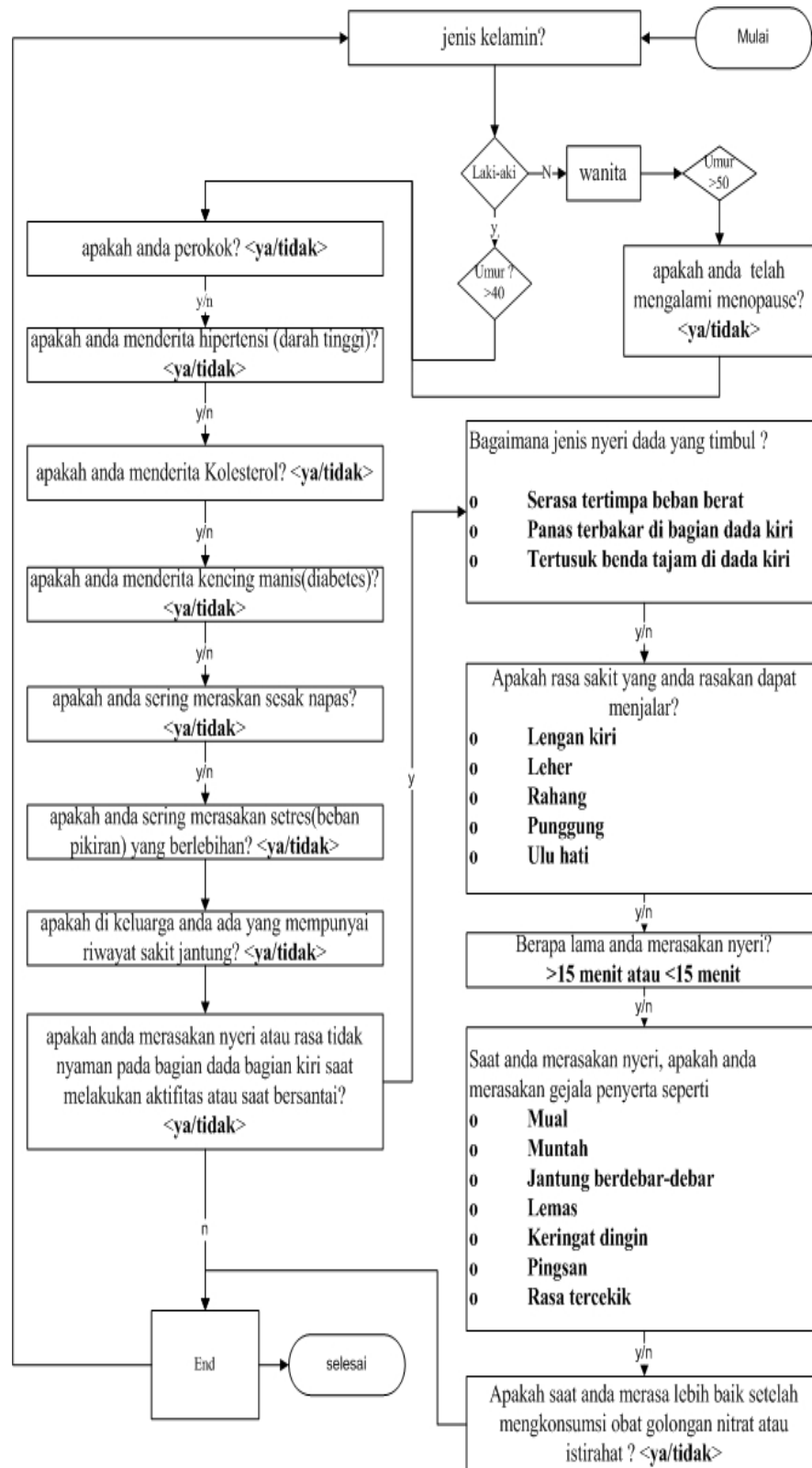
Metode yang di gunakan dalam merancang aplikasi ini menggunakan metode *forward chaining*, karena dengan mengetahui gejala-gejala dan faktor resiko, bisa diketahui kemungkinan seseorang mengidap penyakit jantung koroner. Setiap faktor resiko dan gejala di berikan pembobotan oleh seorang dokter pakar dalam bidang jantung berdasar pengetahuan dan pengalamannya. Proses diagnosa hanya terbatas menggunakan pertanyaan-pertanyaan terkait faktor resiko yang ada, dan berdasar pembobotan yang diberikan, sehingga dapat di peroleh prosentase kemungkinan seseorang menderita penyakit jantung koroner.

#### 2.2.3 Variabel Input dan Output

Agar mendapatkan hasil yang akurat penguna aplikasi di harapkan menjawab seluruh pertanyaan yang telah di sediakan sesuai dengan kondisi yang di rasakan, dalam aplikasi ini menampilkan beberapa pertanyaan yang di jawab dengan jawaban “ya” atau “tidak” dan beberapa pilihan. *Output* yang di dihasilkan berupa persentase peluang terkena penyakit jantung koroner.

## 2.3 Perancangan

### 2.3.1 Diagram Alur Diagnosa



Gambar 1 Diagram alur diagnosa penyakit jantung koroner

Dari gambar 1 *Diagram Alursi Diagnosa* Penyakit jantung koroner yang terdapat dua bagian yaitu faktor resiko dan faktor gejala.

Berikut adalah jenis-jenis faktor resiko yang dapat menyebabkan penyakit jantung koroner :

- Jenis kelamin laki-laki >40 tahun
- Wainta yang telah >50 tahun dan menopause
- Perokok
- Menderita hipertensi (darah tinggi)?
- Menderita Kolesterol?
- Menderita kencing manis(diabetes)?
- Sering merasakan sesak napas?
- Sering merasakan setres(beban pikiran) yang berlebihan?
- Keluarga anda ada yang mempunyai riwayat sakit jantung?
- Merasakan nyeri atau rasa tidak nyaman pada bagian dada bagian kiri saat melakukan aktifitas atau saat bersantai?

Berikut adalah jenis-jenis faktor gejala yang di sebabkan oleh penyakit jantung koroner :

- jenis nyeri dada yang timbul ?
  - Serasa tertimpa beban berat
  - Panas terbakar di bagian dada kiri
  - Tertusuk benda tajam di dada kiri
- Apakah rasa sakit yang anda rasakan dapat menjalar?
  - Lengan kiri
  - Leher
  - Rahang
  - Punggung
  - Ulu hati
- Berapa lama anda merasakan nyeri?
  - >15 menit atau <15 menit
- Saat anda merasakan nyeri, apakah anda merasakan gejala penyerta seperti :
  - Mual
  - Muntah
  - Jantung berdebar-debar
  - Lemas
  - Keringat dingin
  - Pingsan
  - Rasa terccekik
- Merasa lebih baik setelah mengkonsumsi obat golongan nitrat atau istirahat.

### 2.3.2 Rule Base

Aturan kaidah biasanya dituliskan dalam bentuk *IF-THEN*, kaidah ini dapat dikatakan sebagai hubungan implikasi dua bagian yaitu bagian premis (jika) dan bagian konklusi (maka), apabila bagian premis dipenuhi, maka bagian konklusi juga akan bernilai benar. Untuk masing-masing area gejala,

terdapat juga aturan kaidah produksi gejala penyakit dalam bentuk *IF-THEN Rules*.

No.	Rule (aturan)
1	If (laki-laki is umur <40 then hasil:sehat
2	If (laki-laki is umur >40 then hasil:sakit 1
3	If (perempuan is umur <50 then hasil:sehat
4	If (perempuan is umur >50 then hasil:sakit 1
5	If (perempuan umur >50 is menopause then hasil:sakit 2
6	If tidak merokok then hasil:sehat
7	If merokok then hasil:sakit 1
8	If tidak hipertensi then hasil:sehat
9	If hipertensi then hasil:sakit 1
10	If tidak kolesterol then hasil:sehat
11	If kolesterol then hasil:sakit 1
12	If tidak kencing manis(diabetes) manis then hasil:sehat
13	If kencing manis(diabetes) manis then hasil:sakit 1
14	If tidak sesak napas then hasil:sehat
15	If sesak napas then hasil:sakit 1
16	If tidak stres(banyak pikiran) then hasil:sehat
17	If stres (banyak pikiran) then hasil:sakit 1
18	If tidak ada riwayat jantung then hasil:sehat
19	If riwayat jantung then hasil:sakit 1
20	If tidak nyeri atau tidak merasakan sakit pada bagian dada bagian kiri then hasil:sehat
21	If nyeri atau tidak nyaman pada bagian dada bagian kiri then hasil:sakit 1
22	If tidak merasa nyeri dada then hasil:sehat
23	If merasa nyeri dada is serasa tertimpa beban berat then hasil:sakit 1
24	If merasa nyeri dada is panas terbakar di bagian dada bagian kiri then hasil:sakit 2
25	If merasa nyeri dada is tertusuk benda tajam di bagian dada bagian kiri then hasil:sakit 3
26	If tidak menjalar rasa sakit then hasil:sehat
27	If menjalar rasa sakit is lengan kiri then hasil:sakit 1
28	If menjalar rasa sakit is leher then hasil:sakit 2
29	If menjalar rasa sakit is rahang then hasil:sakit 3
30	If menjalar rasa sakit is punggung then hasil:sakit 4
31	If menjalar rasa sakit is ulu hati then hasil:sakit 5
32	If tidak merasakan nyeri then hasil:sehat
33	If merasakan nyeri is <15menit then hasil:sakit 1
34	If merasakan nyeri is >15menit then hasil:sakit 2
35	If tidak ada gejala penyerta saat nyeri then hasil:sehat
36	If ada gejala penyerta saat nyeri is mual then hasil:sakit 1
37	If ada gejala penyerta saat nyeri is muntah then hasil:sakit 2
38	If ada gejala penyerta saat nyeri is jantung berdebar-debar then hasil:sakit 3
39	If ada gejala penyerta saat nyeri is lemas then hasil:sakit 4
40	If ada gejala penyerta saat nyeri is keringat dingin then hasil:sakit 5
41	If ada gejala penyerta saat nyeri is pingsan then hasil:sakit 6
42	If ada gejala penyerta saat nyeri is rasa terccekik then hasil:sakit 7
43	If lebih baik minum obat golongan nitrat atau istirahat then hasil:sehat
44	If tidak lebih baik minum obat golongan nitrat atau istirahat then hasil:sakit 1

Gambar 2 Rule(aturan) perancangan aplikasi

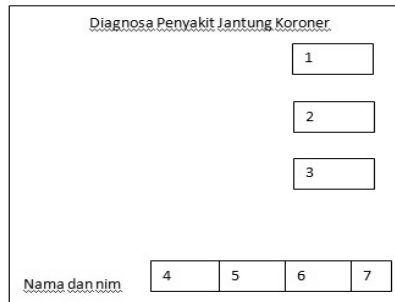
### 2.3.3 Rancangan Layar

Rancangan layar adalah suatu gambaran singkat atau rancangan umum tampilan dari halaman aplikasi yang dilengkapi dengan penjelasan mengenai halaman aplikasi tersebut.

Dalam membuat rancangan layar, hal yang perlu diperhatikan adalah tetap mengikuti rancangan struktur navigasi. Hal ini bertujuan agar setiap tahapan desain menjadi lebih terarah dan teratur. Rancangan layar aplikasi ini diawali dengan menampilkan halaman menu utama yang berisi beberapa pilihan. Sub menu yang apabila salah satu pilihan dijalankan maka akan masuk ke halaman isi dari masing-masing pilihan yang telah di sediakan. Berikut adalah rancangan tiap halaman aplikasi dari Aplikasi Diagnosa Penyakit jantung koroner

### a. Rancangan Layar Halaman Utama

Pada rancangan layar halaman ini terdapat *background* dan 6 tombol, yang terdiri dari cara kerja jantung, proses terjadinya jantung koroner, mulai diagnose, help, credit, exit. Tampilan perancangan layar utama dapat dilihat pada Gambar 3.10 dibawah ini :



Gambar 3 Rancangan layar utama

Keterangan rancangan layar halaman utama:

1. Cara kerja jantung
2. Terjadinya jantung koroner
3. Mulai diagnosa
4. Bantuan
5. Pembuat
6. keluar
7. button suara

### b. Cara Kerja Jantung

Pada rancangan layar halaman ini terdapat 2 tombol, yaitu play dan back. Tampilan perancangan layar dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini:



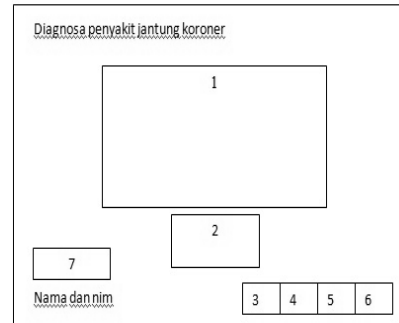
Gambar 4. Rancangan layar cara kerja Jantung.

Keterangan rancangan layar cara kerja jantung :

1. Bantuan
2. Pembuat
3. Keluar
4. Button suara
5. Kembali

### c. Rancangan Layar Diagnosa

Pada rancangan layar halaman ini terdapat 6 tombol yaitu mulai, bantuan, pembuat, keluar, pemutar lagu dan kembali. Tampilan perancangan layar dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5 Rancangan layar diagnosa Penyakit Jantung Koroner

Keterangan Rancangan Layar Diagnosa :

1. Pertanyaan
2. Tombol mulai
3. Bantuan
4. Pembuat
5. Keluar
6. Button suara
7. Button Kembali

### 2.3.4 Aplikasi

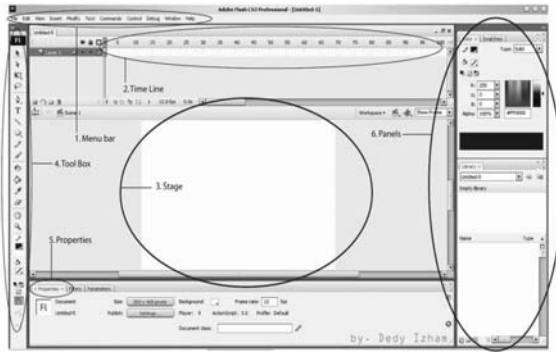
Aplikasi yang di gunakan dalam perancangan menggunakan *Adobe Flash CS3*. Berikut adalah tampilan *Adobe Flash CS3*.



Gambar 6 Tampilan aplikasi *Adobe Flash CS3*

Berikut merupakan tampilan area kerja *Adobe Flash CS3*. Untuk selanjutnya area kerja akan disebut *workspace*.





**Gambar 7** Lingkungan kerja (Workspace) adobe flash cs3

Secara garis besar, lingkungan kerja (Workspace) adobe flash cs3 terdiri dari beberapa komponen utama yang bisa anda lihat seperti pada gambar 7: [4]

1. Menu Bar
2. Timeline
3. Stage
4. Toolbox
5. Properties
6. Panels

### 3. Implementasi Aplikasi

#### 3.1 . Memulai Aplikasi



**Gambar 8.** Tampilan Halaman Utama.

Halaman utama merupakan halaman awal aplikasi yang menampilkan Judul Aplikasi dan beberapa menu utama (lihat Gb.8). HalamanUtama menampilkan 7 tombol yang terdiri dari tombol “Cara Kerja Jantung”, “Penyebab Terjadi Jantung Koroner”, ”Mulai Diagnosa”, “Bantuan”, “Keluar” dan tombol “Pemutar Musik” yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan musik.

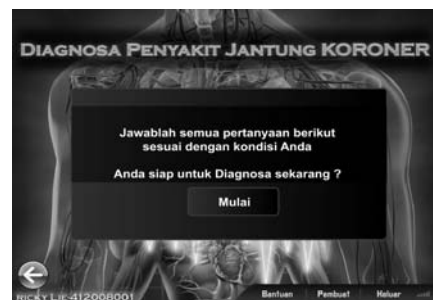
#### 3.2 Informasi Cara Kerja Jantung



**Gambar 9.** Video cara Kerja jantung

Pada saat masuk menu cara kerja jantung, akan disajikan informasi cara kerja jantung dalam bentuk video (lihat Gb.9). Halaman ini terdiri dari 4 tombol yaitu tombol “Bantuan”, “Pembuat” dan “Keluar”, “Pemutar Musik” dan tombol “Kembali” untuk kembali ke halaman utama.

#### 3.3 Memulai Diagnosa



**Gambar 10.** Tampilan Awal Untuk Memulai Diagnosa

Untuk memulai diagnosa, masuk pada menu mulai diagnosa. Halaman diagnosa berisi pertanyaan-pertanyaan terkait faktor resiko dan faktor gejala yang harus dijawab untuk memperoleh hasil diagnosa (lihat gb.10). Tekan tombol mulai, untuk memulai menjalankan proses diagnosa sesuai dengan kondisi yang di rasakannya agar dapat di peroleh hasil yaitu lebih akurat.

#### 3.4 Kasus 1: Resiko Jantung Koroner Rendah



**Gambar 11** Halaman Hasil Test Resiko Jantung Koroner Rendah dan Saran

Pada Gambar 11, menampilkan Halaman hasil Test beresiko Jantung Koroner rendah dan saran dari Resiko Jantung Koroner rendah adalah “Rubah gaya hidup dan lakukan medical cep up”. Resiko jantung koroner yang tergolong rendah antara 0%-19%.

### 3.5 Kasus 2: Resiko Jantung Koroner Sedang



Gambar 12 Halaman Hasil Test Beresiko Jantung Koroner Sedang dan Saran

Pada Gambar 12 Menampilkan Halaman hasil Test beresiko Jantung Koroner sedang dan saran. Resiko Jantung koroner sedang adalah “Rubah gaya hidup, jika keluhan bertambah berat segera berobat ke dokter”. Resiko jantung koroner yang tergolong sedang antara 20%-59%.

### 3.6 Kasus 3: Resiko jantung Koroner Berat /Besar



Gambar 13 Halaman Hasil Test Beresiko Jantung Koroner Berat/Besar dan Saran

Pada Gambar 13 Menampilkan Halaman hasil Test beresiko Jantung Koroner berat/besar dan saran dari Resiko Jantung Koroner berat/besar adalah “Rubah gaya hidup dan segera berobat ke dokter”. Resiko Jantung Koroner yang tergolong besar/berat antara 60%-80%.

### 3.7 Hasil & Pembahasan

Aplikasi ini membantu dalam mendiagnosa secara dini, untuk mengetahui kemungkinan menderita jantung koroner. Dalam proses diagnosa yang dilakukan tentunya user harus menjawab

setiap pertanyaan dengan benar sesuai dengan kondisi user yang sebenarnya, sehingga hasil diagnosa lebih akurat.

Aplikasi diagnosa awal penyakit jantung koroner ini juga mudah dan fleksible untuk digunakan, karena interface yang sederhana dan mudah dipahami. Aplikasi ini flrksibel untuk digunakan setia saat user membutuhkannya, karena diagnosa dapat dilakukan secara mandiri, kapan dan diamana saja.

Beberapa informasi mengenai cara kerja jantung, pemahanan tentang penyakit jantung koroner, faktor resiko dan gejala yang ada dalam aplikasi ini diharapkan dapat memberikan pembelajaran (*sharing knowledge*) bagi masyarakat. Seiring berjalannya waktu diharapkan masyarakat semakin mengerti dan peduli terhadap kesehatan jantungnya.

Hasil keluaran dari aplikasi ini tentunya terbatas karena metode diagnosa yang di terapkan hanyalah dalam bentuk wawancara/ menjawab sejumlah pertanyaan. Sesuai masukan dari dokter pakar, dengan metode seperti ini maksimal akurasi diagnosa sekitar 80%. Untuk hasil diagnosa yang lebih akurat tentunya melalui berbagai tahapan diagnosa dengan melibatkan dokter pakar secara langsung, baik dalam bentuk uji laboratorium ataupun treatment . Namun untuk diagnosa awal aplikasi ini sudah cukup memadai untuk mendeteksi kemungkinan seseorang menderita jantung koroner berdasar apa yang dirasakan oleh user.

Hasil diagnosa dikategorikan dalam 3 level yaitu ringan dengan prosentase dibawah 19% , sedang dengan prosentase 20% - 59%, dan berat dengan prosentase 60% - 80%. Untuk level ringan, saran yang diberikan adalah untuk merubah gaya hidup , karena penyakit jantung koroner ini erat sekali dengan pola / gaya hidup seseorang. Untuk level ringan saran yang diberikan adalah merubah gaya hidup dan memeriksakan ke dokter jika faktor gejala yang dirasakan semakin bertambah. Untuk level berat, sangat di sarankan memeriksakan lebih lanjut ke dokter spesialis jantung supaya mendapat penanganan yang tepat.

## 4. Kesimpulan

Aplikasi Diagnosa awal penyakit Jantung Koroner ini membantu mendiagnosa secara dini, praktis dan mandiri untuk mengetahui seberapa besar persentase / kemungkinan seseorang terkena penyakit jantung koroner. Hasil diagnosa dinyatakan dalam tiga level yaitu ringan, sedang dan berat.

## Daftar Pustaka

- [1] <http://pengertianjantung.blogspot.com/2012/03/pengertian-jantung-dan-bagiannya.html> (13 April 2013)
- [2] <http://www.xamthoneindonesia.com/2011/07/gejala-jantung-koroner.html> 13 Maret 2013
- [3] Herman T., Pengantar Sistem Pakar, <http://download-ebook.herokuapp.com/tag/teori-sistem-pakar> (13 April 2013)
- [4] Priyanto Hidayatillah, M. Amarullah Akbar, Zaky Rahin. 2011 *Animasi Pendidikan Menggunakan Flash*. Bandung: Informatika.

# PEMODELAN EVALUASI KOMPETENSI UTAMA MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN MAMDANI FUZZY CONTROLLER

Zaenal Abidin,<sup>1)</sup> Anita Kesuma Hati,<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Sistem Informasi, STMIK Teknokrat  
Jl. Z.A Pagaralam No.9-11 Kedaton, Bandar Lampung  
08996430801

**E-mail :** [zabin@teknokrat.ac.id](mailto:zabin@teknokrat.ac.id)

<sup>2)</sup>Program Studi Manajemen Informatika, AMIK Teknokrat  
Jl. Z.A Pagaralam No.9-11 Kedaton, Bandar Lampung  
089631471753

**E-mail :** [akeheart@gmail.com](mailto:akeheart@gmail.com)

## Abstrak

Model Evaluasi kompetensi utama mahasiswa dibuat sebagai tahap awal pembuatan aplikasi evaluasi kompetensi utama dengan pendekatan fuzzy logic. Pada penelitian ini diusulkan suatu pendekatan baru dalam mengevaluasi indeks prestasi kompetensi utama dengan Metode Mamdani. Hasil dari penelitian ini menunjukan Metode Mamdani dapat digunakan untuk mengevaluasi kompetensi utama tahun pertama.

Kata kunci— Fungsi keanggotaan Triangular, Indeks prestasi kompetensi utama, Metode Mamdani, Permutasi, Ruang sampel.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Evaluasi kompetensi utama mahasiswa diperlukan khususnya untuk para pimpinan program studi guna memantau kemampuan akademik mahasiswa agar fungsi kontrol terlaksana dengan baik. Fungsi kontrol ini dapat dilaksanakan mulai tahun pertama mahasiswa.

Umumnya di institusi pendidikan dalam menilai kemampuan mahasiswa menggunakan pendekatan logika klasik atau *classical sets*. Dua orang mahasiswa yang memiliki nilai indeks prestasi kumulatif yang berbeda yaitu 2,75 dan 2,76 akan mendapatkan predikat yang berbeda yaitu memuaskan untuk indeks prestasi 2,75 dan sangat memuaskan untuk indeks prestasi 2,76, walaupun hanya selisih nilai 0,01.

Penilaian kompetensi mahasiswa dengan pendekatan *classical sets* mengandung beberapa komponen, masing-masing melibatkan sejumlah penilaian yang sering

didasarkan pada data yang tidak tepat. Ketidaktepatan ini muncul dari interpretasi dosen terhadap kinerja mahasiswa. Metode aritmatika dan statistik telah digunakan untuk menggabungkan informasi dari komponen penilaian kinerja. Metode ini telah diterima oleh banyak lembaga pendidikan di seluruh dunia meskipun ada keterbatasan dengan pendekatan tradisional ini [1].

### 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pengamatan penulis terkait kenyataan bahwa penilaian kompetensi utama mahasiswa masih menggunakan pendekatan logika klasik maka penulis mencoba melakukan pendekatan lain dalam penilaian kompetensi utama mahasiswa dengan membuat modelnya melalui pendekatan Mamdani Fuzzy Controller

### 1.3 Studi Penelitian Sebelumnya

Penulis sebelumnya telah melaksanakan penelitian Model Evaluasi Performa Mahasiswa Tahun Pertama melalui pendekatan Fuzzy Inference System dengan Metode Tsukamoto.

## 1.4 Tujuan dan Kontribusi Penelitian

Tujuan dan kontribusi penelitian sebagai berikut :

1. Untuk membuat model evaluasi kompetensi utama dengan pendekatan *Mamdani Fuzzy Controller*
2. Untuk mengetahui apakah metode Mamdani dapat digunakan mengevaluasi kompetensi utama mahasiswa tahun pertama.
3. Sebagai tahap awal membangun aplikasi evaluasi kompetensi utama mahasiswa.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah pada penelitian ini adalah

1. Metode yang digunakan adalah Metode Mamdani.
2. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi keanggotaan *Triangular*.
3. Nilai yang digunakan adalah nilai indeks prestasi kompetensi utama semester 1 dan semester 2.
4. Tidak membahas bagaimana cara pengambilan sampel yang digunakan.

## 2. MAMDANI FUZZY CONTROLLER

Langkah-langkah Mamdani Fuzzy Controller sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi dan memberi nama *input* variabel linguistik dan mendefinisikan *range* numeriknya.
2. Mengidentifikasi dan memberi nama *output* variabel linguistik dan mendefinisikan *range* numeriknya.
3. Mengidentifikasi fungsi keanggotaan untuk setiap variabel *input* dan *output*.
4. Mengkonstruksi aturan-aturan yang digunakan untuk representasi strategi kontrol.
5. Melakukan fuzzifikasi dari variabel *input* yang digunakan
6. Melakukan inferensi untuk menentukan *firing strengths* dari aturan-aturan yang digunakan.
7. Defuzzifikasi dengan metode *centroid of gravity* untuk mengembalikan nilai *input* ke kondisi semula. [3]

Metode *centroid of gravity* yang digunakan adalah :

$$COG = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_{A_i}(x) \cdot x}{\sum_{i=1}^n \mu_{A_i}(x)} \quad [2]$$

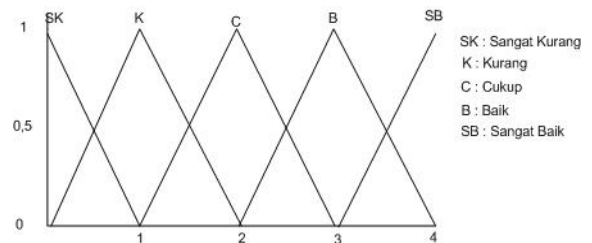
## 3. MODEL YANG DIGUNAKAN

Pada penelitian ini, digunakan dua variabel *input* yaitu nilai indeks prestasi kompetensi utama

semester 1 dan 2 serta satu variabel *output* yaitu nilai indeks prestasi kompetensi utama dari semester 1 dan 2.

Pada Mamdani Fuzzy Controller, langkah pertama yang dilakukan adalah membuat himpunan *fuzzy* dan mendefinisikan variabel *input* dan *output*, yaitu :

1. Variabel *input* adalah nilai indeks prestasi kompetensi utama semester 1 dan 2, terdiri atas 5 himpunan *fuzzy* yaitu : SANGAT KURANG, KURANG, CUKUP, BAIK, SANGAT BAIK.
2. Variabel *output* adalah penilaian performa nilai indeks prestasi kompetensi utama dari semester 1 dan 2, terdiri atas 5 himpunan *fuzzy* yaitu : SANGAT BURUK, BURUK, RATA-RATA, MEMUASKAN, SANGAT MEMUASKAN.



Gambar 1. Himpunan Fuzzy Nilai Input Variabel Indeks Prestasi

Persamaan fungsi keanggotaan yang digunakan adalah *triangular* [4].

Berikut adalah *membership function* dari masing-masing himpunan *fuzzy* di atas.

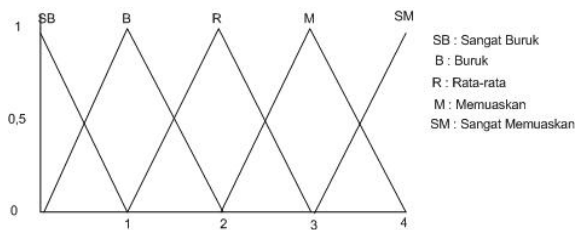
$$\mu_{SK}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 0 \text{ atau } z \geq 1 \\ \frac{1-z}{1-0} & 0 < z < 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_K(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 0 \text{ atau } z \geq 2 \\ \frac{z-0}{1-0} & 0 < z \leq 1 \\ \frac{2-z}{2-1} & 1 < z < 2 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_C(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 1 \text{ atau } z \geq 3 \\ \frac{z-1}{2-1} & 1 < z \leq 2 \\ \frac{3-z}{3-2} & 2 < z < 3 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_B(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 2 \text{ atau } z \geq 4 \\ \frac{z-2}{3-2} & 2 < z \leq 3 \\ \frac{4-z}{4-3} & 3 < z < 4 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{SB}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 3 \\ \frac{z-3}{4-3} & 3 < z < 4 \\ 1 & z = 4 \end{cases} \quad (5)$$



Gambar 2. Himpunan Fuzzy Output Penilaian Kinerja Indeks Prestasi Kompetensi Utama

Berikut adalah *membership function* dari masing-masing *output* himpunan *fuzzy* di atas.

$$\mu_{SB}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 0 \text{ atau } z \geq 1 \\ \frac{1-z}{1-0} & 0 < z < 1 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_B(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 0 \text{ atau } z \geq 2 \\ \frac{z-0}{1-0} & 0 < z \leq 1 \\ \frac{2-z}{2-1} & 1 < z < 2 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_R(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 1 \text{ atau } z \geq 3 \\ \frac{z-1}{2-1} & 1 < z \leq 2 \\ \frac{3-z}{3-2} & 2 < z < 3 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_M(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 2 \text{ atau } z \geq 4 \\ \frac{z-2}{3-2} & 2 < z \leq 3 \\ \frac{4-z}{4-3} & 3 < z < 4 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{SM}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 3 \\ \frac{z-3}{4-3} & 3 < z < 4 \\ 1 & z = 4 \end{cases} \quad (10)$$

Langkah selanjutnya adalah membuat aturan. Pada penelitian ini terdapat 25 aturan yang dibuat sebagai berikut :

1. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah SANGAT BURUK
2. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah SANGAT BURUK
3. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah CUKUP MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah BURUK
4. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah BURUK
5. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah RATA-RATA
6. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah SANGAT BURUK
7. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah BURUK
8. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah CUKUP MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah BURUK
9. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah RATA-RATA
10. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah KURANG DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah RATA-RATA

11. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah CUKUP DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah BURUK
12. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah CUKUP DAN Indeks prestasi semester 2 adalah KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah BURUK
13. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah CUKUP DAN Indeks prestasi semester 2 adalah CUKUP MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah RATA-RATA
14. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah CUKUP DAN Indeks prestasi semester 2 adalah BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah MEMUASKAN
15. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah CUKUP DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah MEMUASKAN
16. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah BURUK
17. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah RATA-RATA
18. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah CUKUP MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah MEMUASKAN
19. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah MEMUASKAN
20. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah SANGAT MEMUASKAN
21. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah RATA-RATA
22. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah KURANG MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah MEMUASKAN
23. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah CUKUP MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah MEMUASKAN

24. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah SANGAT MEMUASKAN
25. JIKA Indeks prestasi semester 1 adalah SANGAT BAIK DAN Indeks prestasi semester 2 adalah SANGAT BAIK MAKA Performa indeks prestasi kumulatifnya adalah SANGAT MEMUASKAN

Semua aturan diatas jika diringkas dapat disajikan sebagai tabel dibawah ini :

**Tabel 1. Aturan yang digunakan**

Smtr 2		SK	K	C	B	SB
Smtr 1	SK	SB	SB	B	B	R
	K	SB	B	B	R	R
	C	B	B	R	M	M
	B	B	R	M	M	SM
	SB	R	M	M	SM	SM

Nilai indeks prestasi kompetensi utama mahasiswa pada tahun pertama, disalah satu program studi STMIK Teknokrat, dibangun dari semester 1 terdiri dari lima mata kuliah dan pada semester 2 terdiri dari tiga mata kuliah. Dengan masing-masing nilai terdiri dari A, B, C,D,E dan pointnya masing-masing 4,3,2,1,0. Dengan menggunakan permutasi dari mata kuliah yang terdapat pada semester 1 dan semester 2 didapat masing-masing 3125 dan 125 hasil permutasi kemudian dari hasil permutasi diperoleh ruang sampel 5 mata kuliah dan 3 mata kuliah sebagai berikut :

1. Ruang sampel indeks prestasi kompetensi utama dari lima mata kuliah = {4, 3.89, 3.78, 3.67, 3.56, 3.44, 3.33, 3.22, 3.11, 3, 2.89, 2.78, 2.67, 2.56, 2.44, 2.33, 2.22, 2.11, 2, 1.89, 1.78, 1.67, 1.56, 1.44, 1.33, 1.22, 1.11, 1, 0.89, 0.78, 0.67, 0.56, 0.44, 0.33, 0.22, 0.11, 0}.  
Jumlah anggota sampel = n =37.
2. Ruang sampel indeks prestasi kompetensi utama dari tiga mata kuliah = {4, 3.8, 3.6, 3.4, 3.2, 3, 2.8, 2.6, 2.4, 2.2, 2, 1.8, 1.6, 1.4, 1.2, 1, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0}.  
Jumlah anggota sampel = m =21.

Dengan menggunakan kaidah perkalian antara ruang sampel n dan m maka didapat akan didapat populasi pasangan antara nilai indeks prestasi kompetensi utama semester 1 dan semester 2 didapat  $n \times m = 37 \times 21 = 777$  kemudian dari jumlah populasi tersebut diambil 38 sampel yang akan digunakan untuk dianalisa dengan menggunakan Mamdani Fuzzy Controller.

Tabel 2. Nilai indeks prestasi

No	Semester 1	Semester 2
1	3,33	4
2	4	3,8
3	2,56	3,4
4	2,78	3,8
5	3,89	2
6	3,33	3
7	3,78	2,2
8	2,78	3,6
9	2,33	3,2
10	1,78	4
11	2,67	1,4
12	1,11	3,2
13	3,22	2
14	1,78	3,6
15	0,22	3,8
16	1,78	2,4
17	4	0
18	3,67	1,8
19	2,67	2,8
20	3	1,8
21	3,89	1,6
22	4	0,6
23	3,22	1,4
24	0,89	3,2
25	3,78	0,4
26	2,67	1,2
27	1,22	2,6
28	1,78	2
29	3,78	0
30	0,67	3
31	0	3,6
32	2,78	0,8
33	2,33	1,2
34	0	3,4
35	1,56	1,8
36	1,44	1,8
37	0,44	2,8
38	1	2,2

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan informasi dari tabel 2, diperoleh informasi variabel *input* adalah nilai indeks prestasi kompetensi utama semester 1 dan 2 kemudian dicari nilai fungsi keanggotaannya. Sebagai contoh uraian penggunaan mamdani fuzzy controller pada penelitian ini, diambil data urutan nomor 1.

Tabel 3. Nilai indeks prestasi dan nilai keanggotaan pada suatu himpunan fuzzy tertentu

No	Semester 1		Semester 2	
1	3,33		4	
	$\mu$ (B)	$\mu$ (SB)	$\mu$ (B)	$\mu$ (SB)
	0,67	0,33	0	1

Dengan menggunakan (4) dan (5) maka didapat nilai indeks prestasi smester 1 menempati 2 himpunan fuzzy yaitu SANGAT BAIK dengan nilai keanggotaannya sebesar 0.33 dan BAIK dengan nilai keanggotaannya sebesar 0.67 dan nilai indeks prestasi semester 2 himpunan fuzzy yaitu SANGAT BAIK dengan nilai keanggotaannya sebesar 1 dan BAIK dengan nilai keanggotaannya sebesar 0. Kemudian informasi dari tabel 3 akan dihubungkan dengan dua puluh lima aturan yang sudah dibuat.

Tabel 4. Hasil penerapan aturan pada nilai indeks prestasi dan nilai keanggotaan pada suatu himpunan fuzzy tertentu

Nilai		0	0	0	0	1
Nilai	Smtr 2	SK	K	C	B	SB
0	Smtr 1	SK	0	0	0	0
0		K	0	0	0	0
0		C	0	0	0	0
0,67		B	0	0	0	0,67
0,33		SB	0	0	0	0,33

Berdasarkan hasil dari tabel 4 dan dihubungkan dengan tabel 1 didapat hasil sebagai berikut:

Pada himpunan *output fuzzy* MEMUASKAN dengan

$$\mu_1(x) = 0$$

Dengan nilai  $z_1=2.5$  ,  $z_2= 3$ ,  $z_3= 3.5$  , Pada himpunan *output fuzzy* SANGAT MEMUASKAN

$$\mu_2(x) = 0.67$$

Dengan nilai  $z_1=3.5$  ,  $z_2= 4$ , Pada himpunan *output fuzzy* SANGAT MEMUASKAN

$$\mu_3(x) = 0$$

dengan nilai  $z_1=3.5$  ,  $z_2= 4$ , Pada himpunan *output fuzzy* SANGAT MEMUASKAN



$$\mu_4(x) = 0.33$$

dengan nilai  $z_1=3.5$  ,  $z_2= 4$ .

Kemudian dengan metode Center of Grativity didapat hasil sebagai berikut :

$$COG = \frac{\mu_1(z) * (z_1 + z_2 + z_3) + \mu_2(z) * (z_1 + z_2) + \mu_3(z) * (z_1 + z_2) + \mu_4(z) * (z_1 + z_2)}{(\mu_1(z) + (\mu_1(z) + (\mu_1(z) + (\mu_2(z) + \mu_2(z) + (\mu_2(z) + \mu_3(z) + (\mu_3(z) + \mu_4(z)))))$$

$$COG = \frac{0 * (2.5 + 3 + 3.5) + 0.67 * (3.5 + 4) + 0 * (3.5 + 4) + 0.33 * (3.5 + 4)}{(0 + 0 + 0) + (0.67 + 0.67) + (0 + 0) + (0.33 + 0.33)}$$

$$COG = \frac{7.5}{2} = 3.75$$

#### Kasus khusus

Kasus khusus terjadi pada data urutan ke-17. Berdasarkan informasi dari tabel 2, diperoleh informasi variabel *input* adalah nilai indeks prestasi kompetensi utama semester 1 dan 2 kemudian dicari nilai fungsi keanggotaannya. Sebagai contoh uraian penggunaan mamdani fuzzy controller pada penelitian ini, diambil data urutan nomor 1.

**Tabel 5. Nilai indeks prestasi dan nilai keanggotaan pada suatu himpunan fuzzy tertentu**

No	IP KU Semester 1		IP KU Semester 2	
17	4		0	
	$\mu$ (B)	$\mu$ (SB)	$\mu$ (SK)	$\mu$ (K)
	0	1	1	0

Dengan menggunakan (5) dan (1) maka didapat nilai indeks prestasi smester 1 menempati 2 himpunan *fuzzy* yaitu SANGAT BAIK dengan nilai keanggotaannya sebesar 1 dan BAIK dengan nilai keanggotaannya sebesar 0 dan nilai indeks prestasi semester 2 himpunan *fuzzy* yaitu SANGAT KURANG dengan nilai keanggotaannya sebesar 1 dan KURANG dengan nilai keanggotaannya sebesar 0. Kemudian informasi dari tabel 5 akan dihubungkan dengan dua puluh lima aturan yang sudah dibuat.

**Tabel 6. Hasil penerapan aturan pada nilai indeks prestasi dan nilai keanggotaan pada suatu himpunan fuzzy tertentu**

Nilai IP KU	Nilai IP KU		1	0	0	0	0
	Smtr 2		SK	K	C	B	SB
0	Smtr 1	SK	0	0	0	0	0
0		K	0	0	0	0	0
0		C	0	0	0	0	0
0		B	0	0	0	0	0
1		SB	0	0	0	0	0

Berdasarkan hasil dari tabel 4 dan dihubungkan dengan tabel 1 didapat hasil sebagai berikut:

Pada himpunan *output fuzzy* BURUK dengan

$$\mu_1(x) = 0$$

Dengan nilai  $z_1=0.5$  ,  $z_2= 1$ ,  $z_3= 1.5$  , Pada himpunan *output fuzzy* RATA-RATA

$$\mu_2(x) = 0$$

Dengan nilai  $z_1=1.5$  ,  $z_2= 2$ ,  $z_3= 2.5$ , Pada himpunan *output fuzzy* RATA-RATA

$$\mu_3(x) = 0$$

dengan nilai  $z_1=1.5$  ,  $z_2= 2$ ,  $z_3= 2.5$ , Pada himpunan *output fuzzy* MEMUASKAN

$$\mu_4(x) = 0$$

dengan nilai  $z_1=2.5$  ,  $z_2= 3$ ,  $z_3= 3.5$ .

Kemudian dengan metode Center of Grativity didapat hasil sebagai berikut :

$$COG = \frac{\mu_1(z) * (z_1 + z_2 + z_3) + \mu_2(z) * (z_1 + z_2 + z_3) + \mu_3(z) * (z_1 + z_2 + z_3) + \mu_4(z) * (z_1 + z_2 + z_3)}{(\mu_1(z) + (\mu_1(z) + (\mu_1(z) + (\mu_2(z) + \mu_2(z) + (\mu_2(z) + \mu_3(z) + (\mu_3(z) + \mu_4(z)))))$$

$$COG = \frac{\mu_1(z) * (z_1 + z_2 + z_3) + \mu_2(z) * (z_1 + z_2 + z_3) + \mu_3(z) * (z_1 + z_2 + z_3) + \mu_4(z) * (z_1 + z_2 + z_3)}{(0)}$$

**COG = tidak terdefinisi**

Dengan cara yang sama seperti dipaparkan data nomor urutan pertama dan ketujuh belas, berikut akan dipaparkan hasil dalam bentuk tabel untuk semua data yang terdapat pada tabel 2.

**Tabel 7. Hasil Evaluasi Kompetensi Utama**

No	Semester 1	Semester 2	Mamdani Fuzzy Controller
1	3,33	4	3,75
2	4	3,8	3,75
3	2,56	3,4	3,12
4	2,78	3,8	3,34
5	3,89	2	2,33
6	3,33	3	2,43
7	3,78	2,2	3,08
8	2,78	3,6	3,24
9	2,33	3,2	3,08
10	1,78	4	2,78
11	2,67	1,4	2,04
12	1,11	3,2	2,18
13	3,22	2	3
14	1,78	3,6	2,69
15	0,22	3,8	1,86
16	1,78	2,4	2,12
17	4	0	Tidak terdefinisi
18	3,67	1,8	2,86
19	2,67	2,8	2,34
20	3	1,8	2,8
21	3,89	1,6	2,91

22	4	0,6	2,6
23	3,22	1,4	2,58
24	0,89	3,2	1,91
25	3,78	0,4	2,12
26	2,67	1,2	1,91
27	1,22	2,6	1,88
28	1,78	2	1,78
29	3,78	0	1,78
30	0,67	3	1,67
31	0	3,6	1,6
32	2,78	0,8	1,56
33	2,33	1,2	1,66
34	0	3,4	1,4
35	1,56	1,8	1,4
36	1,44	1,8	1,31
37	0,44	2,8	1,31
38	1	2,2	1,2

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Mamdani Fuzzy Controller* dapat digunakan untuk mengevaluasi kompetensi utama mahasiswa tahun pertama.
- Metode ini tidak dapat digunakan ketika data pada semester 1 dan 2 adalah nilai 4 dan 0.
- Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan membuat software aplikasinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R.S. Yadav & V.P. Singh, "Modeling Academic Performance Evaluation Using Softing Computing Techniques : A Fuzzy Approach" in International Journal On Computer Science and Engineering (IJCSE), vol.3 No.2Feb.2011, diakses pada tanggal 1 Maret 2013, <http://www.enggjournals.com/ijcse/doc/IJCSE11-03-02-074.pdf>
- [2] Kusumadewi, S. & Purnomo, H, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [3] A.P. Engelbrecht, *Computational Intelligence an Introduction*. West Sussex, England : John Wiley & Sons, ltd, 2007.

## [CV PENULIS]

Zaenal Abidin, menyelesaikan studi S1 di bidang Matematika pada departemen Matematika FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2005 dengan bidang peminatan riset operasi, saat ini penulis sedang menyelesaikan S1 di Teknik Informatika STMIK Teknokrat sedang mengerjakan skripsi dengan bidang peminatan Computational Intelligence.

Anita Kesumahati, menyelesaikan studi S1 di bidang Matematika pada departemen Matematika FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2005 dengan bidang peminatan Statistika.





# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN**

---



# ANALISIS DAN USULAN SOLUSI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN BEASISWA MENGUNAKAN ALGORITMA ID3

Krisantus J. Tey Seran, ST,<sup>1)</sup> Paulus Mudjihartono, ST., MT,<sup>2)</sup> Dra. Ernawati, MT,<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Jl. Babarsari No.43, Yogyakarta  
E-mail : risants@yahoo.com

<sup>2)</sup> Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Jl. Babarsari No.43, Yogyakarta  
E-mail : paul235@staff.uajy.ac.id

<sup>3)</sup> Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Jl. Babarsari No.43, Yogyakarta  
E-mail : ernawati@staff.uajy.ac.id

## Abstrak

*Dalam salah satu tugasnya, sekolah bersama pemerintah memberikan beasiswa kepada siswa dengan beberapa kriteria tertentu. Masalahnya adalah, ketika porsi beasiswa yang disediakan lebih sedikit dari biaya untuk siswa-siswa yang harus ditanggung. Seleksi siswa adalah langkah alami berikutnya. Dalam paper ini disampaikan hasil penelitian dari analisis, perancangan dan usulan solusi penentuan keputusan penerima beasiswa dengan pohon keputusan.*

*Aplikasi sistem pendukung keputusan pemberian beasiswa miskin ini menggunakan Algoritma ID3 (iterative dichotomiser 3). ID3 akan membangkitkan pohon keputusan dari sejumlah data valid di masa lalu. Data yang digunakan sebagai data training adalah data penerimaan beasiswa periode 2009 sampai dengan 2011. Pohon keputusan ini jatuh pada dua kelas, yaitu disetujuinya seorang siswa untuk menerima beasiswa (YA) atau tidak disetujui (TIDAK). Ada tiga kriteria yang dipakai dalam pengambilan keputusan untuk pemberian beasiswa antara lain, Penghasilan Orang Tua, Kelas Siswa, dan Jarak Rumah.*

*Setelah tahap implementasi, aplikasi ini diuji keakuratannya. Data beasiswa yang digunakan sebagai data training sebanyak 2/3 dari total data dan aplikasi telah membangkitkan sebuah pohon keputusan, serta 1/3 dari total data sebagai data uji. Total data yang dicobakan ada dua macam yaitu, 1297 data dan 1144 data. Pengujian dilakukan dengan membandingkan keputusan hasil eksekusi pohon keputusan ini dengan hasil real dalam data testing. Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan Algoritma ID3 dalam sistem ini memberikan hasil akurasi yang baik yaitu sebesar 84,36%.*

*Kata Kunci: Algoritma ID3, Pemberian Beasiswa, Pohon Keputusan, Sistem Pendukung Keputusan.*

## 1. Pendahuluan

Salah satu faktor penyebab seorang siswa tidak bisa melanjutkan pendidikan di sekolah menengah atas adalah kemiskinan. Fenomena putus sekolah masih terjadi di tengah-tengah masyarakat kita, bahkan dikhawatirkan semakin meningkat seiring tingginya angka inflasi harga di Indonesia [1]. Pasal 26 Ayat 1 Deklarasi Universal Hak Asasi Manusia menyatakan bahwa setiap orang berhak

memperoleh pendidikan, serta dalam UUD 1945 mengamanatkan pemerintah untuk memberikan kesempatan yang seluas-luasnya kepada rakyat untuk menikmati pendidikan, tanpa melihat latar belakang sosial, ekonomi, gender/jenis kelamin, dan geografis.

Pemerintah melalui Dinas Pendidikan Pemuda dan Olahraga (PPO) Propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) telah memberikan bantuan beasiswa miskin kepada siswa Sekolah Menengah

Atas (SMA). Jumlah siswa SMA di Propinsi NTT tahun ajaran 2010/2011 sebanyak 112.884 orang (Sumber Dinas PPO NTT), tentunya akan memberikan tugas yang besar bagi Dinas PPO NTT. Maka dalam menyeleksi siswa untuk diberikan bantuan beasiswa, Dinas PPO NTT memberikan kepercayaan kepada masing-masing sekolah untuk menyeleksi siswanya sesuai dengan kriteria atau syarat yang diberikan oleh pemerintah. Melihat permasalahan ini, maka dibutuhkan sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang mampu membantu menyelesaikan masalah ini.

SPK sudah banyak diterapkan hampir dalam setiap pekerjaan manusia. Sistem ini bertujuan membantu manusia dalam mengambil keputusan dengan menggunakan data dan model untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tak terstruktur. Banyak penelitian tentang SPK yang sudah dilakukan sebelumnya antara lain, Setiawan [2] melakukan Perancangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk menentukan Kelayaklauan Kapal, Wibowo, dkk [3] mengembangkan SPK untuk menentukan penerima beasiswa Bank BRI menggunakan FMADM, Hamzah [4] mengembangkan SPK untuk penilaian kinerja dosen dengan menggunakan *balanced scorecard*.

SPK merupakan salah satu jenis sistem informasi yang bertujuan untuk menyediakan informasi, membimbing, memberikan prediksi serta mengarahkan kepada pengguna informasi agar dapat melakukan pengambilan keputusan dengan lebih baik dan berbasis *evidence* [5].

Dalam penelitian ini dibangun sebuah Sistem Pendukung Keputusan Beasiswa Miskin (SPKBM). Sistem ini menggunakan teknik *data mining* atau penambangan data dengan model klasifikasi yaitu merupakan bagian dari model prediktif [6] dan Algoritma ID3 (*iterative dichotomiser 3*) sebagai pembentuk pohon keputusan. Ada tiga kriteria yang dipakai dalam menyeleksi siswa calon penerima beasiswa yaitu: Penghasilan Orang Tua, Kelas Siswa, dan Jarak Rumah.

Dengan diterapkannya Algoritma ID3 dalam penambangan data untuk aplikasi SPKBM menggunakan tiga kriteria tersebut, diharapkan mampu membantu pihak pengambil keputusan dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien dengan mengelompokkan seorang siswa kedalam kelas yang menerima beasiswa (YA) atau yang tidak disetujui (TIDAK).

## 2. Model, Analisis, Desain dan Implementasi

### 2.1. Sistem Pendukung Keputusan

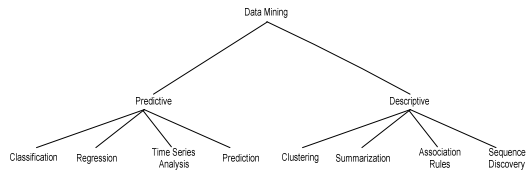
Menurut Turban dan Volonio [7] Sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menggabungkan model dan data untuk menyelesaikan masalah semiterstruktur dan tidak terstruktur dengan melibatkan pengguna. SPK bisa dilihat sebagai sebuah pencapaian atau sebuah filosofi daripada sebuah metodologi yang tepat. Little [8] mendefinisikan SPK sebagai “serangkaian model dari prosedur-prosedur dalam pengolahan data dan penilaian untuk membantu manajer dalam pengambilan keputusan”. Bonczek, dkk [9] mendefinisikan SPK sebagai sebuah sistem berbasis komputer yang terdiri dari tiga komponen yang berinteraksi: sistem bahasa, sistem pengetahuan, dan sistem pemrosesan masalah. Keen [10], menjelaskan istilah SPK untuk situasi di mana sistem akhir dapat dikembangkan hanya melalui proses belajar yang adaptif dan evolusi. Dunham [6] mendefinisikan SPK adalah sistem komputer yang komprehensif dan alat-alat yang saling terkait yang membantu manajer dalam membuat keputusan dan pemecahan masalah.

Dari beberapa definisi di atas dapat ditarik satu definisi tentang SPK yaitu sebuah sistem berbasis komputer yang adaptif, fleksibel, dan interaktif yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah tidak terstruktur sehingga meningkatkan nilai keputusan yang diambil [11].

### 2.2 Data Mining

Menurut Gartner Group [12] penambangan data adalah proses menemukan hubungan yang berarti, pola, dan kecenderungan dengan memeriksa dalam sekumpulan data besar yang tersimpan dalam penyimpanan dengan menggunakan teknologi pengenalan pola seperti statistik dan teknik matematika. Tsipitsis dan Chorianopoulos [13] mendefinisikan Penambangan data bertujuan untuk mengambil (mengeksktrak) pengetahuan dan pengetahuan analisis dari sejumlah besar data menggunakan teknik pemodelan yang canggih. Penambangan data mengkonversi data menjadi pengetahuan dan informasi yang bisa ditindaklanjuti.

Mengacu pada Dunham [6], model-model dalam penambangan data dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu: model prediktif dan deskriptif seperti yang ditunjukkan dalam gambar 1.



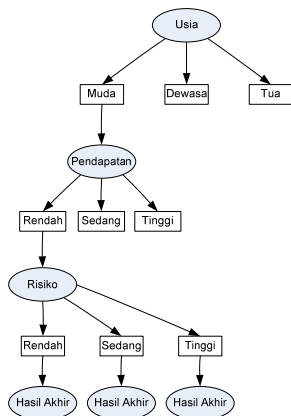
Gambar 1. Model dan Tugas Penambangan Data.

## 2.3. Klasifikasi

Klasifikasi merupakan salah satu bentuk dari model prediksi. Klasifikasi memetakan data kedalam kelompok-kelompok atau kelas-kelas yang sudah diketahui. Klasifikasi sering disebut sebagai pembelajaran yang diawasi karena kelas sudah ditentukan sebelum melakukan pemeriksaan data [6]. Pengelompokan data ke dalam kelas-kelas biasanya dengan melihat pada keasamaan karakteristik dari data tersebut.

## 2.4. Pohon Keputusan

Pohon keputusan merupakan metode klasifikasi dan prediksi yang sangat kuat dan terkenal [14] dan merupakan salah satu metode belajar yang sangat populer dan banyak digunakan secara praktis [15]. Pohon keputusan berusaha menemukan fungsi-fungsi pendekatan yang bernilai diskrit [16] dan tahan terhadap data-data yang terdapat kesalahan (*noisy data*) serta mampu mempelajari ekspresi-ekspresi *disjunctive* (ekspresi OR). Pada pohon keputusan setiap simpul daun menandai label kelas [2]. Gambar 2 dibawah ini menggambarkan bentuk pohon keputusan menurut Olson dan Shi [17].



Gambar 2. Pohon Keputusan.

Gambar diatas menunjukkan bahwa kriteria pada simpul yang paling atas adalah akar dari pohon tersebut, kemudian dicari akar selanjutnya menggunakan cabang (kriteria) yang ada dalam simpul akar. Gambar 2 menggambarkan pohon keputusan data permohonan pinjaman di bank.

Dalam pohon keputusan data-data yang ada dalam basis data diubah kedalam bentuk pohon, kemudian bentuk tersebut diubah menjadi aturan-aturan yang biasa disebut dengan aturan pohon keputusan.

## 2.5. Algoritma ID3

*Iterative Dichotomizer 3* (ID3) adalah algoritma *decision tree learning* (algoritma pembelajaran pohon keputusan) yang paling dasar [15]. Tujuan dari Algoritma ID3 adalah untuk membangun pohon keputusan berdasarkan pada teori informasi dan upaya untuk meminimalkan jumlah yang diharapkan dari perbandingan [6]. Algoritma ini melakukan pencarian secara menyeluruh (*greedy*) pada semua kemungkinan pohon keputusan. Algoritma ID3 dapat diimplementasikan menggunakan fungsi rekursif (fungsi yang memanggil dirinya sendiri). Algoritma ID3 berusaha membangun pohon keputusan (*decision tree*) secara *top-down* (dari atas ke bawah), mulai dengan pertanyaan: “atribut mana yang pertama kali harus dicek dan diletakkan pada *root* (akar)?” pertanyaan ini dijawab dengan mengevaluasi semua atribut yang ada dengan menggunakan suatu ukuran statistik (yang banyak digunakan adalah *information gain*) untuk mengukur efektivitas suatu atribut dalam mengklasifikasikan kumpulan sampel data. Atribut yang terbaik akan dipilih dan digunakan sebagai akar dari pohon [16]. Karakteristik ID3 adalah membangun pohon keputusan dari simpul akar ke daun, sementara *divide and conquer* artinya data yang diuji secara rekursif dipartisi ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil saat membangun pohon.

### 2.5.1. Entropy

*Entropy* (S) adalah jumlah bit yang diperkirakan dibutuhkan untuk dapat mengekstrak suatu kelas (+ atau -) dari sejumlah data acak pada suatu ruang sampel S. Entropy bisa dikatakan sebagai kebutuhan bit untuk menyatakan suatu kelas. Semakin kecil nilai entropy maka semakin baik digunakan dalam mengekstraksi suatu kelas.

Rumus mencari *Entropy* :

$$Entropy(S) = -p_+ \log_2 p_+ - p_- \log_2 p_- \quad (1)$$

Keterangan:

- S : ruang (data) *sample* yang digunakan untuk training.
- $p_+$  : jumlah yang bersolusi positif (mendukung) pada data sampel untuk kriteria tertentu.
- $p_-$  : jumlah yang berolusi negatif (tidak mendukung) pada data sampel untuk kriteria tertentu.



### 2.5.2. Information Gain

Setelah mendapat nilai *entropy* untuk suatu kumpulan data, maka kita dapat mengukur efektivitas suatu atribut dalam mengklasifikasikan data. Ukuran efektifitas ini disebut *information gain*.

Rumus mencari *Information Gain* :

$$Gain(S,A) = Entropy(S) - \sum_{v \in Value(A)} \frac{|S_v|}{|S|} Entropy(S_v) \quad (2)$$

Keterangan :

- A : Atribut.  
V : Menyatakan suatu nilai yang mungkin untuk atribut A.  
Values (A) : Himpunan yang mungkin untuk atribut A.  
 $|S_v|$  : Jumlah sampel untuk nilai v.  
 $|S|$  : Jumlah seluruh sampel data.

$Entropy(S_v)$ : Entropy untuk sampel-sampel yang memiliki nilai v.

### 2.6 Analisis Sistem

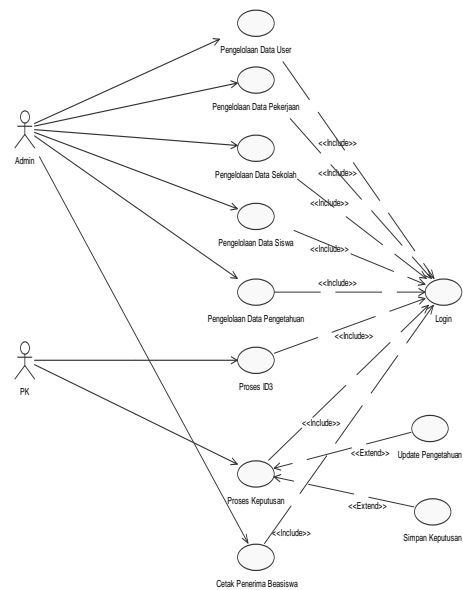
Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, ada tiga kriteria yang dipakai sebagai dasar dalam pemberian beasiswa yaitu: Penghasilan Orang Tua, Kelas Siswa, dan Jarak Rumah. Kemudian masing-masing dari ketiga kriteria ini diberikan tiga kategori seperti pada tabel 1 dibawah ini:

**Tabel 1. Pembagian Kategori.**

Kriteria	Kategori
Penghasilan	Kecil
	Cukup
	Besar
Jarak	Dekat
	Sedang
	Jauh
Kelas	Satu
	Dua
	Tiga

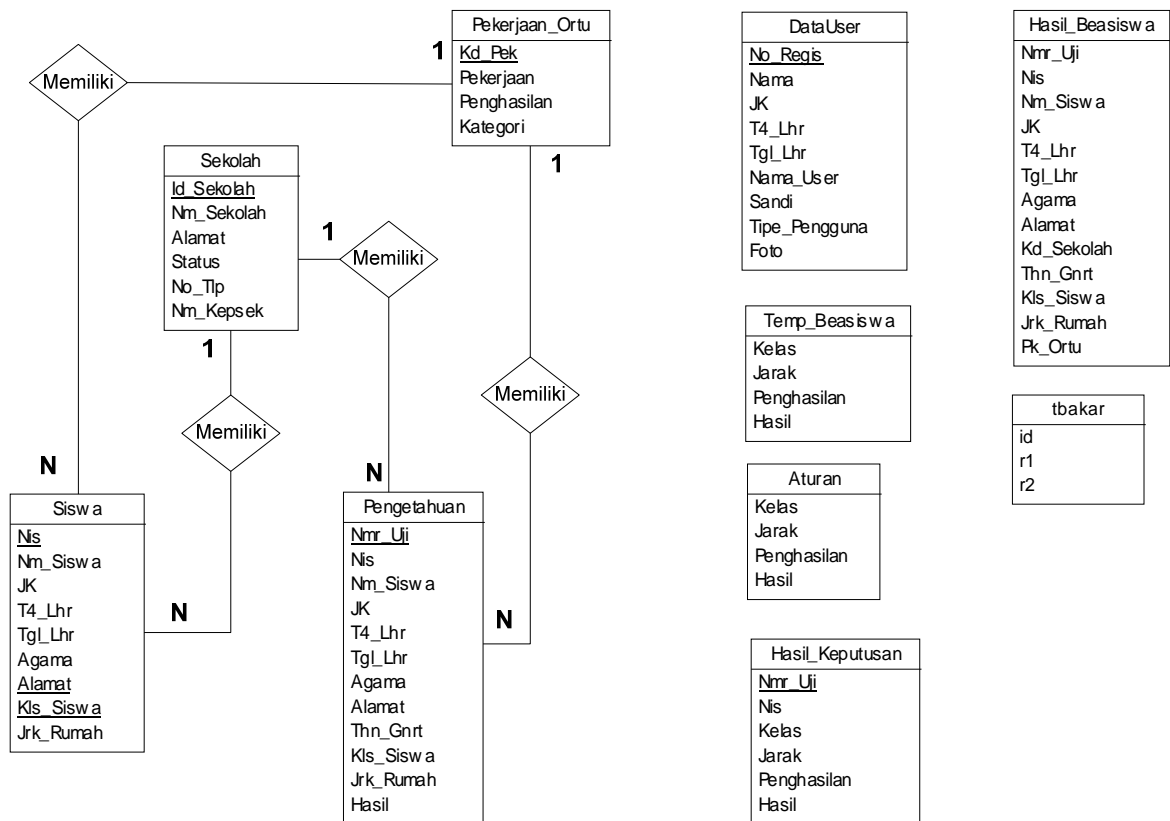
Dari pembagian kategori-kategori diatas akan terbentuk sebuah pohon keputusan yang berisi aturan-aturan. Hasil dari pohon keputusan yang dibangun kemudian diklasifikasikan kedalam dua bentuk kelas keputusan, yaitu menerima beasiswa (YA) atau yang ditolak (TIDAK).

Analisis kebutuhan fungsionalitas perangkat lunak digambarkan dalam bentuk *use case*. Dimana sebuah *use case* menggambarkan interaksi antara pengguna (aktor) dengan sistem. *Use case* SPKBM yang dibangun dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



**Gambar 3. Use Case SPKBM.**

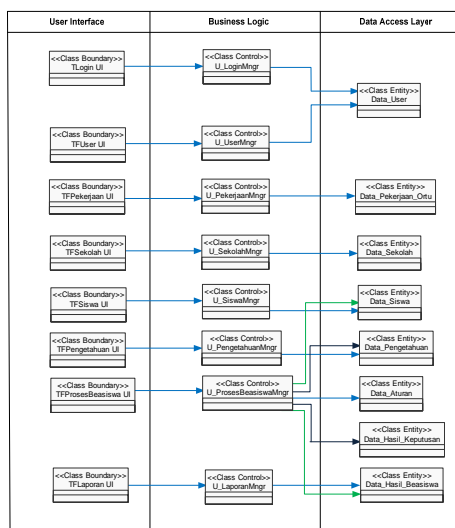
*Entity Relational Diagram* atau ERD digunakan untuk memodelkan struktur data dan hubungan antar data dalam basis data berdasarkan objek-objek dasar data yang mempunyai hubungan antar relasi. ERD dari aplikasi SPKBM dapat dilihat dalam gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. ERD SPKBM.

## 2.7 Perancangan Arsitektur Sistem

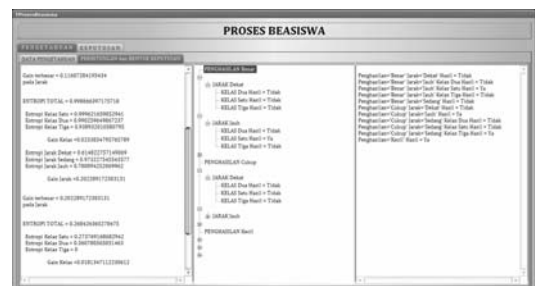
Perancangan arsitektur sistem menggambarkan struktur program dari perangkat lunak yang akan dibangun. Bentuk arsitektur aplikasi SPKBM dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur Sistem SPKBM.

## 2.8. Implementasi Sistem

Setelah dilakukan analisis dan perancangan sistem, maka langkah selanjutnya adalah implementasi sistem. Aplikasi SPKBM diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7.0 dengan MySQL Server 5.0 sebagai basis datanya. Hasil implementasi SPKBM seperti yang terlihat dalam gambar 6.



Gambar 6. Pohon Keputusan SPKBM.

Gambar diatas merupakan contoh hasil implemetansi SPKBM dengan menggunakan data sebanyak 1297 siswa sebagai data pelatihan. Untuk selengkapnnya dapat dilihat dalam tabel 2.

Tabel 2. Data Pelatihan Dengan N = 1927.

Kriteria	Kategori	Ya	Tidak	Jumlah
		796	501	1297
Kelas	Satu	248	148	396
	Dua	293	233	526
	Tiga	255	120	375
Jarak Rumah	Dekat	152	202	354
	Sedang	222	183	405
	Jauh	422	116	538
Penghasilan	Kecil	458	22	480
	Cukup	279	256	535
	Besar	59	223	282

Dari data diatas didapat aturan pohon keputusan sebagai berikut:

Penghasilan (Besar) ^ Jarak\_Rumah (Dekat) Hasil = Tidak  
 Penghasilan (Besar) ^ Jarak\_Rumah (Sedang) Hasil = Tidak

Penghasilan (Besar) ^ Jarak\_Rumah (Jauh) ^ Kelas\_Siswa (Satu) Hasil = Ya

Penghasilan (Besar) ^ Jarak\_Rumah (Jauh) ^ Kelas\_Siswa (Dua) Hasil = Tidak

Penghasilan (Besar) ^ Jarak\_Rumah (Jauh) ^ Kelas\_Siswa (Tiga) Hasil = Tidak

Penghasilan (Cukup) ^ Jarak\_Rumah (Dekat) Hasil = Tidak

Penghasilan(Cukup) ^ Jarak\_Rumah (Dekat) ^ Kelas\_Siswa (Satu) Hasil = Tidak.

Penghasilan (Cukup) ^ Jarak\_Rumah (Dekat) ^ Kelas\_Siswa (Dua) Hasil = Tidak.

Penghasilan (Cukup) ^ Jarak\_Rumah (Dekat) ^ Kelas\_Siswa (Tiga) Hasil = Ya

Penghasilan (Cukup) ^ Jarak\_Rumah (Jauh) Hasil = Ya

Penghasilan (Kecil) Hasil = Ya

## 2.9. Pengujian Keakuratan Sistem

Pengujian keakuratan sistem dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keefektifan dari Algoritma ID3 yang diterapkan dalam Aplikasi SPKBM. Pengujian dilakukan dengan membandingkan keputusan hasil eksekusi pohon keputusan dari aplikasi ini dengan hasil real yang ada dalam data testing. Pengujian selengkapannya bisa dilihat dalam tabel-tabel dibawah ini.

Tabel 3. Pengujian Keakuratan Sistem N = 1297.

Pengujian	Data Pelatihan	Data Uji	Hasil Keakuratan
1	865	432	93,51 %
2	865	432	76,39 %
3	865	432	76,9 %
Rata-rata			82,27 %

Dari pengujian keakuratan diatas dengan total data sebanyak 1297 didapatkan rata-rata keakurasian yaitu sebesar 82,27 %.

Tabel 4. Pengujian Keakuratan Sistem N = 1144.

Pengujian	Data Pelatihan	Data Uji	Hasil Keakuratan
1	763	381	91,4 %
2	763	381	87,67 %
3	763	381	80,3 %
Rata-rata			86,45 %

Pada pengujian yang kedua dengan total data 1144 didapatkan rata-rata keakurasian yaitu sebesar 86,45 %.

## 3. Hasil

- Dari hasil analisis, perancangan, implementasi dan pengujian, didapatkan hasil sebagai berikut:
- Dari hasil pengujian keefektifan sistem dengan menggunakan Algoritma ID3 didapatkan hasil akurasi rata-rata yaitu sebesar 84,36 %.

## 4. Kesimpulan

Prototipe Sistem Pendukung Keputusan Beasiswa Miskin (SPKBM) telah berhasil dibangun melalui tahap analisis, perancangan, implementasi, pengujian.

Aplikasi SPKBM masih dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan pemberian beasiswa dengan tingkat keyakinan 84,36 %.

## Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, "Pedoman Pelaksanaan Bantuan Khusus Murid Miskin SMA", 2011.
- [2] Setiawan. B., "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Untuk Menentukan Kelaiklautan Kapal", 2010.
- [3] Wibowo, dkk, 2009, "SPK untuk menentukan penerima beasiswa Bank BRI menggunakan FMADM (studi kasus: mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia)".
- [4] Hamzah, "Analisa dan Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penilaian Kinerja Dosen Di Universitas Respati Yogyakarta Dengan Metode Balanced ScoreCard", 2010.
- [5] Hadiyanti A., "Perancangan Model Sistem Pendukung Keputusan Klinik (SPKK) Dalam Peningkatan Kualitas Pelayanan Kesehatan Terhadap Penderita Flu Burung", 2008.
- [6] Dunham M., "Data Mining Introductory and Advanced Topics", ISBN : 0-13-088892-3, 2002.
- [7] Turban dan Volonino, "Information Technology for Management", 2010.

- [8] J.D.C. Little, April."Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus" Management Science, Vol.16, No.8, 1970.
- [9] Bonczek, dkk, "The Envolving Roles of Models in Decision Support Systems". Decision Sciences, Vol11, No.2, 1980.
- [10] Keen.P.G.W."Adaptive Design for Decision Systems", Vol.12, 1980.
- [11] Khoiruddin, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kelayakan Calon Rintisan Sekolah Bertaraf Internasional Dengan Metode Fuzzy Associative Memory", Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, ISSN: 1907-5022, 2008.
- [12] D. Larose, "Discovering Knowledge In Data", Wiliey-Interscience, 2005.
- [13] Tsipsis dan Chorianopoulos, "Data Mining Techniques in CRM", ISBN: 978-0-470-74397-3, 2009.
- [14] Kusriani dan E. Luthfi, "Algoritma Data Mining", 2009.
- [15] Wahyudin, "Metode Iterative Dichotomizer 3 (ID3) Untuk Penerimaan Mahasiswa Baru", 2009.
- [16] Mitchell, "Machine Learning", ISBN 0-07-042807-7, 1997.
- [17] Osion dan Shi, "Pengantar Ilmu Penggalan Data Bisnis", 2008.

### [CV Penulis]

Krisantus J. Tey Seran, ST, menyelesaikan studi S1 bidang Teknik Informatika pada Universitas Katolik Widya Mandira Kupang. Saat ini sedang melanjutkan studi program Magister Teknik Informatika pada Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Paulus Mudjihartono, ST., MT, menyelesaikan studi S1 bidang Teknik Elektro (konsentrasi informatika) di Universitas Gadjah Mada, S2 bidang Teknik Informatika ITB, sekarang sebagai staf pengajar di Program Studi Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dra. Ernawati, MT, menyelesaikan studi S1 bidang Statistika di FMIPA Universitas Gadjah Mada, S2 bidang Teknik Informatika ITB, sekarang sebagai staf pengajar di Program Studi Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.



# **SISTEM PENUNJANG KEPUTUSAN KENAIKAN JABATAN DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (STUDI KASUS DI PDAM KOTA SURAKARTA)**

**Robby Cokro Buwono**

*Jurusan Sistem Informasi, STMIK AKAKOM Yogyakarta*

*Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta*

*087739642646*

*E-mail : robbycokro@akakom.ac.id*

## **Abstrak**

Sistem Penunjang Keputusan / *Decision Support System (DSS)* merupakan aplikasi *CBIS (Computer Based Information System)* yang dibangun untuk mendukung solusi atas suatu masalah atau untuk mengevaluasi suatu peluang yang digunakan dalam pengambilan keputusan yang fleksibel interaktif dan dapat diadaptasi yang dikembangkan untuk mendukung solusi atas masalah manajemen yang spesifik yang tidak terstruktur.

*AHP (Analytical Hierarchy Process)* adalah metode pengambilan keputusan yang merupakan sebuah hierarki fungsional dengan input utamanya adalah persepsi manusia. dan salah satu bentuk metode pengambilan keputusan / model yang digunakan dalam Sistem Penunjang Keputusan.

PDAM Kota Surakarta adalah sebuah instansi pemerintah daerah yang mengelola, mengolah serta mendistribusikan sumber air bersih bagi kebutuhan warga kota Surakarta dan sekitarnya, Untuk meningkatkan layanan dalam operasional instansi ini diperlukan sumber daya manusia yang sesuai dengan posisi dan kemampuannya dalam bidang / jabatannya. untuk itu maka dikembangkan suatu Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan di PDAM Kota Surakarta sebagai alat penunjang pengambilan keputusan dalam memilih karyawan yang tepat untuk menempati suatu posisi / jabatan. Dengan adanya Sistem Penunjang Keputusan ini diharapkan dapat membantu kerja pengelola PDAM dan pengambil kebijakan kepegawaian di lingkungan PDAM Kota Surakarta dalam proses pengangkatan pejabat di PDAM Kota Surakarta.

*Kata Kunci : DSS (Decision Support System), AHP (Analytical Hierarchy Process), kenaikan jabatan*

## **1. Pendahuluan**

Sistem Penunjang Keputusan merupakan alat bantu manajer dalam mengambil keputusan misalnya penilaian karyawan dalam peningkatan pejabat untuk menempati suatu posisi tertentu. dengan adanya Sistem Penunjang Keputusan seorang manajer akan cepat memperoleh gambaran tentang personil-personil yang sesuai untuk menempati posisi tersebut karena Sistem Penunjang Keputusan akan mengeluarkan informasi berupa alternatif-alternatif keputusan yang terbaik tentang calon yang akan menduduki posisi tersebut.

Dalam pengambilan keputusan terdapat banyak metode yang salah satunya adalah *AHP (Analytical Hierarchy Process)*. Metode ini merupakan salah satu bentuk metode yang digunakan dalam pemodelan Sistem Penunjang Keputusan. *AHP (Analytical Hierarchy Process)*

adalah metode pengambilan keputusan yang merupakan sebuah hierarki fungsional dengan input utamanya adalah persepsi manusia.

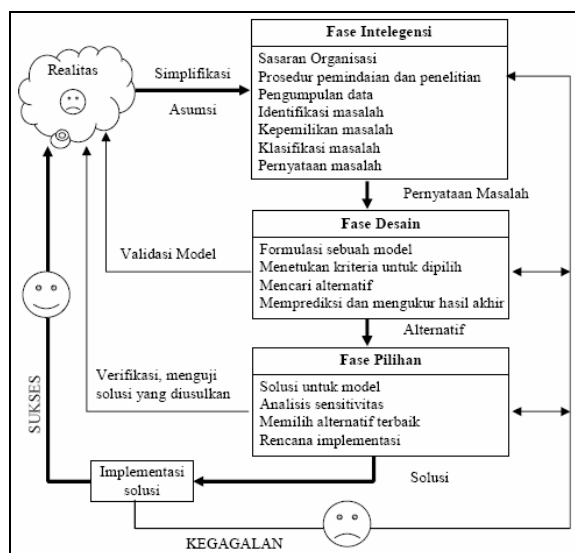
Dalam meningkatkan kualitas pelayanan di PDAM Kota Surakarta maka diperlukan sumber daya manusia yang sesuai dengan posisinya. Untuk mengisi posisi jabatan tentunya tidak sembarangan karyawan diangkat begitu saja namun harus disesuaikan dengan kemampuan dan kapasitas yang dimiliki seorang karyawan tersebut. Karena itu untuk membantu manajemen dalam memilih karyawan yang tepat untuk menempati suatu posisi / jabatan maka dikembangkanlah Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan di PDAM Kota Surakarta yang bermanfaat menghasilkan informasi yang dapat membantu keputusan manajemen dalam pengambilan kebijakan pengangkatan pejabat di lingkungan PDAM Kota Surakarta.

## 2. Model, Analisa, Desain dan Implementasi

Menurut Kusri (2007) pengambilan keputusan adalah sebuah tindakan atau proses memilih strategis atau aksi (di antara berbagai alternatif) dalam pemecahan masalah yang diyakini akan memberikan solusi terbaik atas sesuatu atau untuk mencapai suatu tujuan atau beberapa tujuan. Tujuan dari keputusan adalah untuk mencapai target atau aksi tertentu yang harus dilakukan. Ciri keputusan adalah sebagai berikut :

1. banyak pilihan/alternatif
2. ada kendala atau syarat
3. mengikuti suatu pola/model tingkah laku, baik yang terstruktur maupun tidak terstruktur
4. banyak input/variable
5. ada faktor resiko
6. dibutuhkan kecepatan, ketepatan dan keakuratan

Menurut Model Simon (1977) proses pengambilan keputusan meliputi tiga fase utama : intelegensi, desain dan kriteria. Kemudian ditambahkan fase keempat yakni implementasi. Monitoring dapat dianggap fase kelima sebagai umpan balik akan tetapi monitoring dapat dipandang sebagai fase intelegensi yang diterapkan pada fase kelima. Model pengambilan keputusan Simon digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Fase Pengambilan Keputusan Model Simon

Menurut Kusri (2007) keputusan yang diambil untuk menyelesaikan suatu masalah dilihat dari keterstrukturannya dapat dibagi menjadi :

1. Keputusan terstruktur (*structured decision*), yaitu keputusan yang dilakukan secara

berulang-ulang dan bersifat rutin. Prosedur pengambilan keputusan sangat jelas. Keputusan ini dilakukan biasanya pada manajemen tingkat bawah. Misalnya, keputusan penagihan piutang, keputusan pemesanan barang dan sebagainya.

2. Keputusan semistruktur (*semistructured decision*), yaitu keputusan yang memiliki dua sifat yaitu bisa ditangani oleh komputer dan yang lain tetap dilakukan oleh pengambil keputusan. Prosedur dalam pengambilan keputusan secara garis besar sudah ada, tetapi ada beberapa hal yang masih memerlukan kebijakan dari pengambil keputusan. Keputusan ini dilakukan biasanya pada manajemen tingkat menengah. Misalnya, pengevaluasian kredit, penjadwalan produksi dan pengendalian sediaan.
3. Keputusan tak terstruktur (*unstructured decision*), yaitu keputusan yang penanganannya rumit karena tidak terjadi berulang-ulang atau tidak selalu terjadi. Keputusan ini menuntut pengalaman dan berbagai sumber yang bersifat eksternal. Keputusan ini terjadi biasanya pada manajemen tingkat atas. Misalnya, keputusan untuk pengembangan teknologi baru, keputusan untuk bergabung dengan perusahaan lain dan perekrutan eksekutif

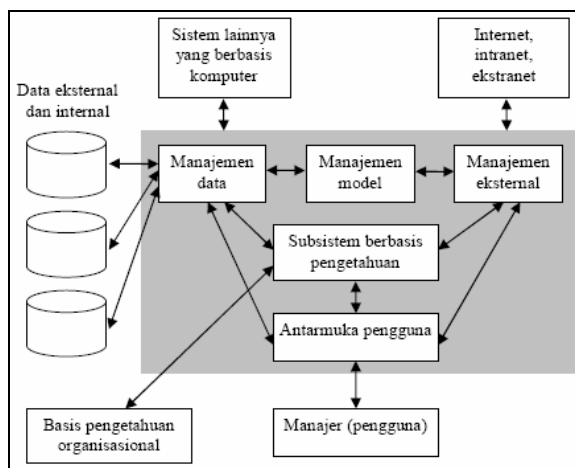
Menurut Alter (2002) Sistem Penunjang Keputusan atau *Decision Support System (DSS)* merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi pemodelan dan manipulasi data. Sistem itu digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semiterstruktur dan situasi yang tidak terstruktur di mana tak seorang pun tahu secara pasti bagaimana keputusannya seharusnya dibuat.

Menurut Turban (2005) Aplikasi sistem pendukung keputusan dapat terdiri dari beberapa subsistem, yaitu :

1. Subsistem manajemen data, memasukkan satu database yang berisi data yang relevan untuk situasi dan dikelola oleh perangkat lunak yang disebut sistem manajemen basis data (*DBMS / Data Base Management System*).
2. Subsistem manajemen model, merupakan paket perangkat lunak yang memasukkan model keuangan, statistik, ilmu manajemen atau model kuantitatif lain yang memberikan kapabilitas analitik dan manajemen perangkat lunak yang tepat. Bahasa-bahasa pemodelan untuk membangun model-model kustom juga dimasukkan, perangkat lunak itu sering disebut sistem manajemen basis model (*MBMS*).
3. Subsistem antarmuka pengguna, merupakan media bagi pengguna / pembuat keputusan

berkomunikasi dengan dan memerintahkan sistem pendukung keputusan secara interaktif dan intensif. *Web browser* merupakan salah satu media yang memberikan struktur antarmuka pengguna grafis yang familier dan konsisten bagi kebanyakan *Decision Support System*.

4. Subsistem manajemen berbasis pengetahuan merupakan subsistem yang dapat mendukung semua subsistem lain atau bertindak langsung sebagai suatu komponen independen. Subsistem ini memberikan intelegensi untuk memperbesar pengetahuan si pengambil keputusan. Subsistem ini dapat diinterkoneksi dengan repositori pengetahuan perusahaan (bagian dari sistem manajemen pengetahuan) yang kadang-kadang disebut basis pengetahuan organisasional.



Gambar 2. Arsitektur Decision Support System (DSS)

Mengidentifikasi masalah merupakan langkah pertama yang dilakukan dalam analisis sistem. Masalah dapat didefinisikan sebagai suatu hal yang diinginkan untuk dipecahkan. Masalah inilah yang menyebabkan sasaran sistem tidak dapat dicapai. Pada kegiatan pemilihan jabatan di PDAM Kota Surakarta belum menggunakan peralatan yang dapat membantu direksi dalam menentukan pilihan karyawan untuk menempati suatu jabatan. Kegiatan pemilihan jabatan masih dilaksanakan secara manual yaitu direksi dalam menentukan pilihan hanya melihat berkas dan dokumen tentang karyawan yang diusulkan dan melakukan diskusi dalam rapat direksi untuk menentukan seorang karyawan yang tepat untuk menempati suatu jabatan. Dalam kegiatan ini tidak adanya kriteria dan strategi pemilihan yang dapat diukur dalam memilih karyawan untuk menempati jabatan. Apabila dalam pemilihan terdapat kesamaan persepsi penilaian maka akan

menyulitkan untuk menentukan pilihan. Berkas dan dokumen tentang karyawan tersimpan dalam bentuk fisik (*hard copy*) kemudian apabila suatu saat diusulkan lagi untuk pemilihan jabatan yang lain maka memerlukan perubahan sehingga harus dibuat berkas atau dokumen usulan yang baru.

Dari permasalahan tersebut dapat diidentifikasi bahwa dalam pemilihan karyawan untuk posisi suatu jabatan belum mempergunakan alat bantu atau metode atau aplikasi pendukung keputusan secara khusus dan pengolahan data serta penyajian informasi masih manual yaitu pengarsipan berkas secara fisik, menggunakan kertas.

Proses pengambilan keputusan menggunakan metoda *AHP* (*Analytical Hierarchy Process*) untuk kenaikan jabatan di PDAM Kota Surakarta sebagai contoh adalah untuk pemilihan pejabat dengan posisi Kepala Sub Bagian Gudang. Untuk posisi jabatan ini direksi mempertimbangkan kriteria berikut bobot penilaiannya (sub kriteria) adalah sebagai berikut.

- a. Kepemimpinan : sangat baik, baik, cukup, kurang
- b. Sikap Mental : sangat baik, baik, cukup, kurang
- c. Loyalitas : sangat baik, baik, cukup, kurang
- d. Kreatifitas : sangat baik, baik, cukup, kurang

Langkah-langkah untuk mendapatkan keputusan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan prioritas kriteria
  - a. Membuat matriks perbandingan berpasangan, yaitu mengisi penilaian perbandingan antar kriteria.

Tabel 1. Matriks Perbandingan Berpasangan

	Kepemimpinan	Sikap Mental	Loyalitas	Kreatifitas
Kepemimpinan	1.00	2.00	3.00	4.00
Sikap Mental	0.50	1.00	2.00	2.00
Loyalitas	0.33	0.50	1.00	2.00
Kreatifitas	0.25	0.50	0.50	1.00
Jumlah	2.08	4.00	6.50	9.00

- b. Membuat matriks nilai kriteria

Tabel 2. Matriks Nilai Kriteria

	Kepe-mimpinan	Sikap Mental	Loya-litas	Krea-tifitas	Jum-lah	Prio-ritas
Kepemimpinan	0.48	0.50	0.46	0.44	1.89	0.47
Sikap Mental	0.24	0.25	0.31	0.22	1.02	0.25
Loyalitas	0.16	0.13	0.15	0.22	0.66	0.17
Kreatifitas	0.12	0.13	0.08	0.11	0.43	0.11



- c. Membuat matriks penjumlahan setiap baris

**Tabel 3. Matriks Penjumlahan Setiap Baris**

	Kepe- mimpinan	Sikap Men- tal	Loyalitas	Kreatifitas	Jum- lah
Kepe- mimpinan	0.47	0.51	0.50	0.43	1.91
Sikap Mental	0.24	0.25	0.33	0.22	1.04
Loyalitas	0.16	0.13	0.17	0.20	0.67
Kreatifitas	0.12	0.13	0.08	0.11	0.44

- d. Perhitungan rasio konsistensi

**Tabel 4. Perhitungan Ratio Konsistensi**

	Juml. Per Baris	Prioritas	Hasil
Kepemimpinan	1.91	0.47	4.05
Sikap Mental	1.04	0.25	4.07
Loyalitas	0.67	0.17	4.03
Kreatifitas	0.44	0.11	4.03

Jumlah (jumlahan dari nilai hasil)	16.18
n ( jumlah kriteria )	4
1 maks ( jumlah / n )	4.05
CI ( ( 1 maks - n ) / n )	0.01
CR ( CI / IR )	0.01

Oleh Karena  $CR < 0.1$  maka rasio konsistensi dari perhitungan bisa diterima

2. Menentukan prioritas subkriteria dari setiap kriteria yang dipertimbangkan yaitu
  - a. Kepemimpinan
  - b. Sikap Mental
  - c. Loyalitas
  - d. Kreatifitas
3. Hasil Perhitungan Prioritas Tiap Kriteria

**Tabel 5. Matrik. Hasil Perhitungan Prioritas Tiap Kriteria**

Kepemimpinan	Sikap Mental	Loyalitas	Kreatifitas
0.47	0.25	0.17	0.11
Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik
1.00	1.00	1.00	1.00
Baik	Baik	Baik	Baik
0.42	0.44	0.71	0.56
Cukup	Cukup	Cukup	Cukup
0.23	0.26	0.45	0.33
Kurang	Kurang	Kurang	Kurang
0.10	0.13	0.26	0.18

Setelah kriteria dan penilaian terbentuk selanjutnya direksi memerintahkan Sub Bagian Kepegawaian untuk mempersiapkan berkas dan melakukan penilaian kepada karyawan yang

diusulkan. Sub Bagian mengusulkan dua orang karyawan untuk menduduki jabatan Kepala Sub Bagian Gudang tersebut dan melakukan penilaian sebagai berikut:

**Tabel 6. Penilaian Karyawan**

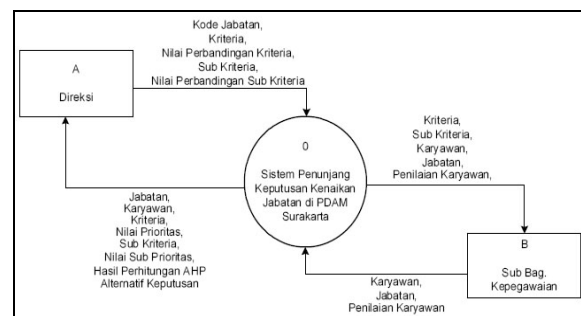
NIP	Nama	Penilaian			
		Kepemim- Pinan	Sikap Mental	Loya- litas	Kreati- fitas
248.101.072	Ir. Budiman Sujatmiko	Baik	Cukup	Baik	Baik
257.160.373	Ir. Gunawan	Baik	Baik	Cukup	Baik

Kemudian dari penilaian tersebut dikonversikan dengan menggunakan matriks hasil prioritas perhitungan kriteria sebelumnya untuk didapat peringkat pemilihan. Hasil konversi adalah sebagai berikut :

**Tabel 7 Hasil Penilaian**

NIP	Nama	Penilaian				Total Nilai
		Kepemi- m- Pinan	Sikap Mental	Loya- litas	Kreati- Fitas	
257.160.373	Ir. Gunawan	0.20	0.14	0.08	0.06	0.48
248.101.079	Ir. Budiman Sujatmiko	0.20	0.07	0.12	0.06	0.44

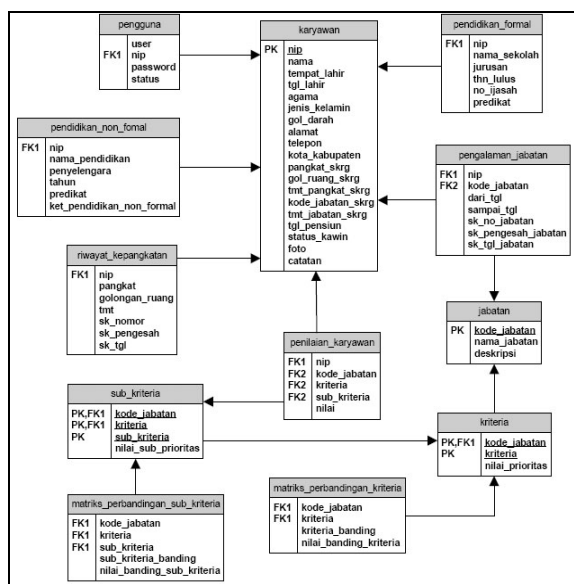
Model Proses adalah menggambarkan aktivitas-aktivitas yang dilakukan dan menggambarkan aliran-aliran data berpindah pada sistem yang dikembangkan. Pada pemodelan proses untuk sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 3. diagram Konteks / Level 0**

Pemodelan Data adalah menggambarkan data yang digunakan dan diciptakan dalam sistem dan merupakan perancangan basis data dari sistem yang dikembangkan. Sumber data pada Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan di PDAM Kota

Surakarta dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) ini berasal dari data internal dan data privat. Data internal adalah data yang dikelola Sub Bagian Kepegawaian PDAM Kota Surakarta antara lain adalah data karyawan (Tabel Karyawan) dan data jabatan (Tabel Jabatan). Sedangkan data privat adalah data yang dikelola oleh pihak direksi di PDAM Kota Surakarta yaitu kriteria (Tabel Kriteria) beserta bobot atau sub kriteria (Tabel Sub Kriteria). Selain data-data tersebut di atas pada sistem ini dibutuhkan tempat penyimpanan data matriks penilaian perbandingan kriteria (Tabel Matriks Perbandingan Kriteria) dan sub kriteria (Tabel Matriks Perbandingan Sub Kriteria) dan penilaian karyawan (Tabel Penilaian Karyawan).



**Gambar 4. Relasi Tabel Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan PDAM Kota Surakarta**

Antarmuka Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) PDAM Kota Surakarta antara lain.

**Gambar 5. Antarmuka Halaman Olah Kriteria**

**Gambar 6. Antarmuka Halaman Olah Perbandingan Kriteria**



Gambar 8. Antarmuka Halaman Hasil Hitung Perbandingan Kriteria

### 3. Hasil

Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan Di PDAM Kota Surakarta Dengan Metoda AHP (*Analytical Hierarchy Process*) ini dibangun berbasis web dengan arsitekturnya terdiri dari tiga komponen utama yaitu:

1. Subsistem manajemen data, yaitu sistem manajemen basis data (*DBMS /Data Base Management System*) dengan menggunakan MYSQL sebagai aplikasinya Basis Data Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan Di PDAM Kota Surakarta dengan Metoda AHP (*Analytical Hierarchy Process*) ini berasal dan data internal dan data privat.
  - a. Data internal adalah data yang dikelola Sub Bagian Kepegawaian PDAM Kota Surakarta. antara lain adalah data karyawan (Tabel Karyawan) dan data jabatan (Tabel Jabatan).
  - b. Data privat adalah data yang dikelola oleh pihak direksi PDAM Kota Surakarta yaitu kriteria (Tabel Kriteria) beserta bobot atau sub kriteria (Tabel Sub Kriteria).
  - c. Selain data-data tersebut di atas pada sistem ini dibutuhkan tempat penyimpanan data untuk matriks penilaian perbandingan kriteria (Tabel Matriks Perbandaigan Kriteria) dan sub kriteria (Tabel Matriks Perbandingan Sub Kriteria), dan penilaian karyawan (Tabel Penilaian Karyawan).

2. Subsistem manajemen model yaitu sistem manajemen basis model (*Model Base Management System / MBMS*) yang merupakan kode proses metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) yang, mengolah data kriteria dan sub kriteria suatu jabatan yang digunakan untuk kenaikan jabatan yang menghasilkan nilai prioritas kriteria dan prioritas sub kriteria.
3. Subsistem antarmuka pengguna, yaitu merupakan penghubung antar sistem dengan pengguna secara interaktif. Pada Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan Di PDAM Kota Surakarta dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) ini sebagai antar muka adalah aplikasi berbasis web yang diakses dengan *web browser (Internet Explorer)*.

Hasil keluaran yang diperoleh Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) ini telah sesuai dengan model yang dikehendaki yaitu sebagai berikut:

Nama Jabatan	: Kepala Sub Bagian Gudang				
Kriteria	: 1. Kepemimpinan 2. Kreatifitas 3. Loyalitas 4. Sikap Mental				
Perbandingan Kriteria	Basis / Kolom	Kepemimpinan	Kreatifitas	Loyalitas	Sikap Mental
	Kepemimpinan	1	2	3	4
	Kreatifitas	0,5	1	2	2
	Loyalitas	0,333	0,5	1	2
	Sikap Mental	0,25	0,5	0,5	1
Nilai Prioritas	No.	Kriteria	Nilai Prioritas		
	1	Kepemimpinan	47%		
	2	Kreatifitas	25%		
	3	Loyalitas	17%		
	4	Sikap Mental	11%		
Hasil Perhitungan AHP	: Jumlah nilai hasil : 16,18386 Jumlah kriteria : 4 $\lambda$ maks : 4,04596 CI : 0,01149 CR : 0,01277				
Kesimpulan Perhitungan	: Oleh Karena CR < 0,1 maka rasio konsistensi dari perhitungan bisa diterima				

Gambar 9. Hasil Perhitungan Perbandingan Kriteria

Nama Karyawan	: Ir. Gunawan				
Golongan / Pangkat	: C.2 / Pengatur				
Penilaian	Kepemimpinan (47 %)	Kreatifitas (11 %)	Loyalitas (17 %)	Sikap Mental (25 %)	Nilai
	Baik (42 %)	Baik (56 %)	Cukup (45 %)	Baik (55 %)	48 %
	20 %	6 %	8 %	14 %	
NIP/NPP	: 248.101.072				
Nama Karyawan	: Ir. Budiman Sujatmiko				
Golongan / Pangkat	: C.2 / Pengatur				
Penilaian	Kepemimpinan (47 %)	Kreatifitas (11 %)	Loyalitas (17 %)	Sikap Mental (25 %)	Nilai
	Baik (42 %)	Baik (56 %)	Baik (71 %)	Cukup (26 %)	44 %
	20 %	6 %	12 %	7 %	
Karyawan dengan nilai tertinggi dan layak dipertimbangkan untuk dipilih adalah :					
NIP : 257.160.373					
Nama Karyawan : Ir. Gunawan					
Golongan / Pangkat : C.2 / Pengatur					

Gambar 10. Hasil Rekomendasi Sistem Penunjang Keputusan Kenaikan Jabatan

#### 4. Kesimpulan

Untuk mengoptimalkan kegiatan pengambilan keputusan kenaikan jabatan di PDAM Kota Surakarta dalam menghasilkan keputusan terbaik dalam penentuan pejabat di lingkungan PDAM Kota Surakarta, sebaiknya pengambilan keputusan kenaikan jabatan yang dilakukan secara manual dikembangkan dengan menerapkan alat-alat pendukung keputusan atau metode-metode khusus dalam pemilihan jabatan misalnya *AHP (Analytical Hierarchy Process)* serta menggunakan teknologi informasi.

Sistem penunjang keputusan kenaikan jabatan ini diharapkan dapat diterapkan dan dapat membantu dalam kegiatan kenaikan jabatan di lingkungan PDAM Kota Surakarta dengan menyajikan informasi pemilihan karyawan untuk

suatu jabatan yang, dibutuhkan Direksi yang membantu dalam pengambilan keputusan kenaikan jabatan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Fathansyah. Ir., “*Basis Data*”, Informatika Bandung, 2002
- [2] Jogiyanto HM. MBA, Akt. Prof. Dr., “*Analisis & Desain Sistem Informasi Pendekatan terstruktur teori dan praktek aplikasi bisnis*”, Andi Offset Yogyakarta, 2005
- [3] Kusrini. M.Kom., “*Konsep Dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*”, Andi Offset Yogyakarta, 2007
- [4] Turban, Efraim., dkk., “*Decision Support System and Intelligent System*”, Andi Offset Yogyakarta, 2005





# **Proceeding**

## **Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013**

**Social Informatics:  
The Social Consequences, the Applications,  
and the Use of ICT Tools**

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

---

# **SOSIAL DAN INFORMATIKA SOSIAL**

---



# IMPLEMENTASI WIRELESS APPLICATION PROTOCOL (WAP) UNTUK LAYANAN PENGISIAN KRS DI POLITAMA SURAKARTA

Agus Haryawan, Widyawan, Sujoko Sumaryono

*Jurusan Teknik Elektro FT UGM*

*Jln. Grafika 2 Yogyakarta 55281 INDONESIA*

**E-mail :** *aharyawan@gmail.com, widyawan@te.ugm.ac.id, sujoko@te.ugm.ac.id*

## Abstrak

Transaksi pengisian Kartu Rencana Studi merupakan kegiatan rutin yang dilakukan oleh mahasiswa setiap akan memulai semester baru. Untuk jumlah mahasiswa yang relatif sedikit, sistem KRS online intranet di Politama melalui komputer di laboratorium sudah mencukupi. Seiring dengan bertambahnya jumlah mahasiswa di Politama Surakarta, sistem KRS online intranet sering mengalami kendala waktu antrean pemakaian komputer laboratorium. Sistem KRS online internet dan sistem KRS melalui WAP dikembangkan untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini bermanfaat untuk memberi pilihan transaksi pengisian KRS melalui perangkat bergerak yang memiliki fitur WAP. Pengembangan sistem dilakukan dengan model proses *waterfall*. Analisis dan perancangan sistem menggunakan teknik OOP dan pola MVC sehingga sistem mudah dipelihara, dikembangkan, dan diintegrasikan dengan sistem informasi akademik yang lain di Politama. Sistem diuji langsung kepada pengguna dengan uji kebergunaan (*usability testing*). Hasil uji kebergunaan menunjukkan sistem KRS online WAP ini memiliki nilai atribut *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors* dan *satisfaction* yang cukup baik dengan nilai rata-rata di atas 3 (mudah) untuk skala Likert 1 (sangat tidak mudah) s.d. 4 (sangat mudah).

*Kata Kunci : KRS, mobile device, online, usability, WAP*

## 1. Pendahuluan

Saat ini, teknologi perangkat bergerak semakin berkembang dan populer sebab pemakaian teknologi ini tidak dibatasi oleh lokasi dan dapat dibawa dengan mudah atau disimpan di dalam saku. Teknologi bergerak dipakai untuk melakukan transaksi-transaksi bisnis seperti e-commerce. Transaksi bisnis online diperlukan untuk mendukung mobilitas pelanggan atau user sehingga transaksi bisnis dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja.

Teknologi WAP merupakan teknologi yang yang berkembang di akhir tahun 90-an, seiring dengan berkembangnya teknologi Internet melalui telepon seluler. Meskipun tergolong teknologi lama, telepon seluler dengan fitur WAP masih umum dipakai terutama di kalangan mahasiswa Politama.

Transaksi pengisian KRS di Politama merupakan transaksi bisnis yang rutin dilakukan di

tiap semester. Sebelumnya, transaksi ini dilakukan secara online intranet. Keterbatasan jumlah komputer di laboratorium yang dipakai untuk mengakses server lokal menyebabkan antrean dalam melakukan pengisian KRS. Ini menyebabkan layanan transaksi pengisian KRS di Politama tidak optimal.

Saat ini, sistem transaksi pengisian KRS online internet sedang dikembangkan di Politama. Sistem transaksi pengisian KRS online WAP ini di dirancang untuk memberi pilihan cara transaksi sekaligus untuk memperlancar layanan transaksi pengisian KRS di Politama. Mahasiswa diberi alternatif untuk melakukan pengisian KRS melalui perangkat bergerak. Dengan layanan ini, mahasiswa dapat melakukan transaksi pengisian KRS menggunakan telepon seluler yang dilengkapi dengan fitur WAP. Transaksi dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja.



Perangkat lunak yang baik harus dapat mengantisipasi kebutuhan sistem yang terus berkembang. Artinya, sistem harus mudah dipelihara dan mudah dikembangkan lebih lanjut. Teknik pemrograman OOP dan pola MVC mendukung pengembangan perangkat lunak yang mudah dipelihara.

Perangkat lunak yang baik juga harus memiliki karakteristik kualitas kebergunaan. Uji kebergunaan (*usability testing*) dipakai untuk mengetahui kualitas kebergunaan sistem sebelum sistem tersebut benar-benar diterapkan atau diperbaiki lagi.

## 2. Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

### A. Tinjauan Pustaka

Ada beberapa pustaka, paper dan jurnal tentang pengisian KRS dengan WAP yang dipelajari oleh penulis dalam rangka penelitian ini.

Hussam-Eddin dalam penelitiannya yang berjudul “Design WAP-Based Co-Corriculum Course Registration System for Pusat Kokurikulum UUM” merancang prototipe sistem registrasi mata kuliah berbasis WAP dengan model proses *waterfall* dan teknologi ASP [1]. Perancangan menggunakan teknik pemrograman berorientasi objek. Aplikasi WAP diuji coba dengan menggunakan browser WAP pada komputer desktop yang terhubung ke server. Hasil penelitian masih berupa prototipe dan belum diuji coba sepenuhnya pada perangkat telepon genggam.

Karimov Makhmudjon dalam penelitiannya yang berjudul “Mobile-Based Academic Course Registration System In College of Arts and Sciences of Universiti Utara Malaysia” menggunakan model proses *prototyping* dan teknologi JSP [2]. Aplikasi ini memiliki fitur mengisi KRS dan melihat jadwal. Pengisian KRS dilakukan dengan memasukkan nomor kode mata kuliah sehingga tidak efisien karena mahasiswa tahu nomor kode mata kuliah terlebih dahulu. Selain itu, mahasiswa juga tidak tahu mata kuliah yang harus diambil. Mahasiswa juga tidak tahu mata kuliah yang harus diulang atau diperbaiki nilainya karena tidak disediakan fitur untuk melihat transkrip nilai atau KHS. Basis data juga mengandung data *redundant* karena tidak dirancang secara detail dan ternormalisasi.

Fredy Purnomo dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis dan Perancangan Sistem Mobile KRS Berbasis J2ME Menggunakan Jaringan GPRS” mengembangkan aplikasi sistem pengisian KRS dengan menggunakan teknologi J2ME (*Java 2 Micro Edition*) [3]. Pengembangan dilakukan

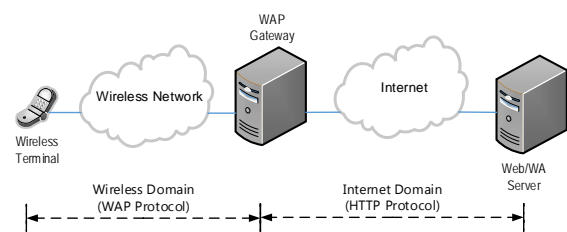
dengan model proses *waterfall*. Perancangan dilakukan dengan bantuan diagram UML untuk menggambarkan *use case* dan *class diagram*. Dengan teknologi J2ME, aplikasi yang dihasilkan pada sisi *client* memiliki antarmuka yang cukup bagus. Namun, *user* pada sisi *client* terlebih dahulu harus memasang aplikasi tersebut sebelum dapat melakukan pengisian KRS. Kompatibilitas aplikasi terhadap berbagai macam merk telepon seluler belum diuji, sehingga belum diketahui apakah aplikasi tersebut dapat berjalan dengan baik pada berbagai macam merk telepon seluler.

Andri Kurniawan dalam penelitiannya yang berjudul “Simulasi Sistem Registrasi KRS pada Mobile Device dengan Menggunakan Teknologi J2ME” mengembangkan aplikasi J2ME untuk pengisian KRS [4]. Pengembangan dilakukan dengan model proses *waterfall* dan teknologi J2ME. Perancangan dilakukan dengan bantuan diagram UML untuk menggambarkan *use case diagram* dan relasi antar tabel. Aplikasi yang dihasilkan berjalan dengan baik pada *emulator*, namun belum diuji coba secara langsung pada perangkat telepon seluler. Aplikasi juga belum diuji langsung kepada *user* yang akan menggunakannya.

Pada penelitian ini, penulis menggunakan model proses *waterfall*, teknologi PHP v5 yang mendukung OOP dan MySQL v5. Perancangan menggunakan teknik OOAD dengan pola desain MVC (*Model View Controller*). Penulis memanfaatkan *open source framework CodeIgniter v2.1.3* untuk implementasi rancangan. Perangkat lunak yang dikembangkan diuji dengan uji kebergunaan (*usability testing*) dengan mengukur nilai rata-rata 5 atribut kebergunaan, yaitu atribut *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors* dan *satisfaction*.

### B. WAP (Wireless Application Protocol)

Teknologi WAP (*Wireless Application Protocol*) merupakan teknologi yang menghadirkan halaman web ke dalam layar perangkat bergerak. Informasi dikirim dari *web-server* ke *micro-browser* dengan bantuan protokol WAP. Arsitektur WAP ditunjukkan pada Gbr. 1.

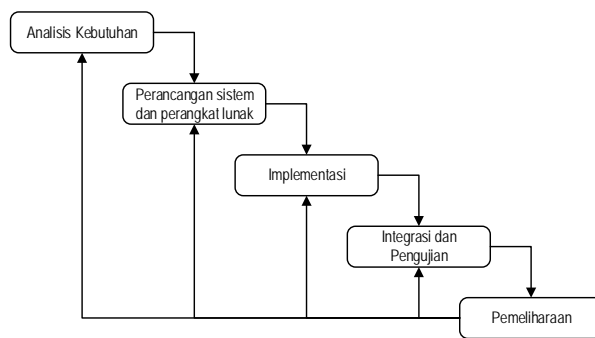


Gbr. 1 Arsitektur WAP

Jika, pengembangan aplikasi pada protokol HTTP menggunakan HTML, pengembangan aplikasi pada protokol WAP menggunakan WML. Seperti pada pemrograman HTML, *script* WML juga dapat dikombinasikan dengan *server side script* seperti PHP atau ASP.

### C. Model Proses Waterfall

Model proses *waterfall* adalah metode pengembangan perangkat lunak yang bersifat sekuensial. Model ini merupakan model yang paling banyak dipakai oleh para pengembang. Pada model *waterfall*, tahapan pengembangan dilakukan secara berurutan atau secara linear. Jika suatu tahapan belum selesai dikerjakan, tahap berikutnya tidak dapat dikerjakan. Fase-fase pada model *waterfall* ditunjukkan pada Gbr. 2.

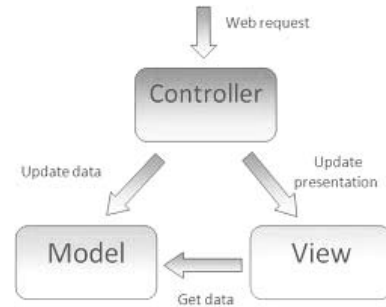


Gbr. 2 Model proses waterfall

### D. MVC (Model View Controller)

Teknik pemrograman MVC (*Model View Controller*) merupakan teknik pemrograman berorientasi objek yang memakai pola desain *model-view-controller*. Teknik ini mengharuskan pemrogram secara disiplin membagi program menjadi 3 bagian: *model*, *view* dan *controller*.

1. Model  
Objek model adalah bagian dari aplikasi yang mengimplementasikan logika untuk domain data aplikasi. Umumnya, objek model digunakan untuk mengambil data dari basis data atau menyimpan data ke dalam basis data
2. View  
*View* adalah komponen yang menampilkan antarmuka untuk pengguna aplikasi. Antarmuka ini dibuat berdasarkan data dari model.
3. Controller  
*Controller* adalah komponen yang digunakan untuk menangani interaksi pengguna, bekerja dengan model, dan memilih *view* mana yang digunakan untuk me-render data.



Gbr. 3 Pemrograman MVC

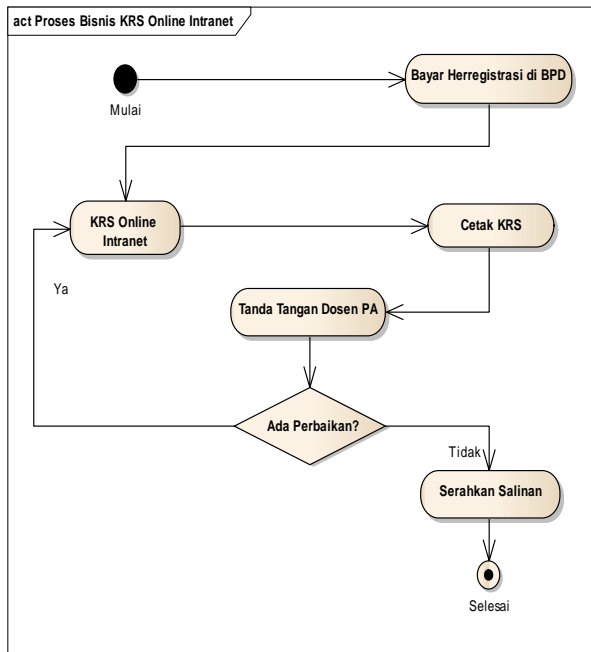
### E. Kebergunaan (Usability)

Kebergunaan (*Usability*) merupakan salah satu karakteristik kualitas perangkat lunak seperti disebutkan pada ISO9126. Menurut Nielsen[5] *usability* memiliki 5 atribut, yaitu:

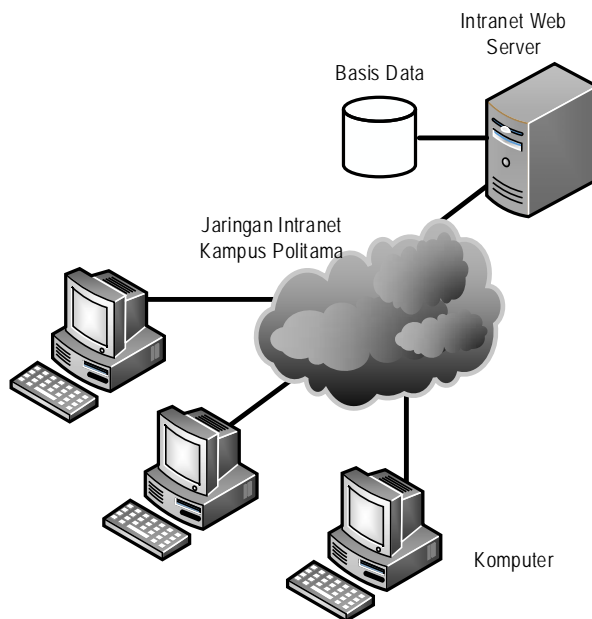
1. Learnability  
*Learnability* menjelaskan tingkat kemudahan pengguna untuk menjalankan *task-task* dasar ketika pertama kali mereka melihat/menggunakan hasil perancangan.
2. Efficiency  
*Efficiency* menjelaskan tingkat kecepatan pengguna dalam menyelesaikan *task-task* setelah mereka mempelajari hasil perancangan.
3. Memorability  
*Memorability* menjelaskan tingkat kemudahan pengguna dalam menggunakan rancangan dengan baik, setelah beberapa lama tidak menggunakannya.
4. Errors  
*Errors* menjelaskan kemungkinan terjadinya *error* yang dilakukan oleh pengguna, tingkat kejengkelan terhadap *error* dan cara memperbaiki *error*.
5. Satisfaction  
*Satisfaction* menjelaskan tingkat kepuasan pengguna dalam menggunakan rancangan.

### 3. Analisis dan Perancangan Sistem

Tahap awal pengembangan perangkat lunak dimulai dengan mempelajari proses bisnis transaksi KRS di Politama seperti ditunjukkan pada Gbr. 4. Arsitektur sistem pengisian KRS *online* intranet yang sudah ada ditunjukkan pada Gbr. 5.



Gbr. 4 Proses bisnis transaksi KRS di Politama



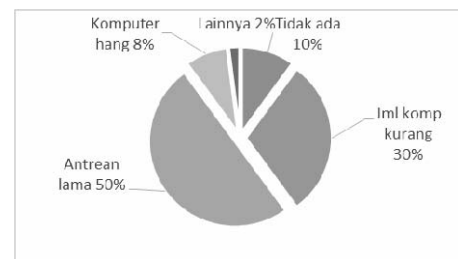
Gbr. 5 Arsitektur sistem yang sudah ada

Pada sistem pengisian KRS *online* intranet di Politama, mahasiswa dapat mengakses server lokal dengan alamat tertentu <http://krs.politama.ac.id/> atau langsung ke alamat IP server Politama <http://192.168.1.2/> dan mengisi form KRS dengan cara memberi tanda cek pada mata kuliah yang akan diambil. Mahasiswa diberi fasilitas komputer di laboratorium untuk mengakses server tersebut.

Politama Surakarta terdiri atas 9 jurusan D3 dan 3 jurusan D1 dengan total jumlah mahasiswa sekitar 2000 mahasiswa. Sedangkan jumlah komputer total di laboratorium adalah sekitar 80 unit komputer. Dengan jumlah komputer yang terbatas tersebut, terjadi antrean pengisian KRS di tiap-tiap laboratorium, karena masa pengisian KRS dibatasi selama 5 hari.

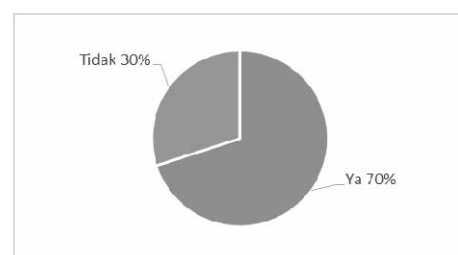
Untuk mengetahui pendapat mahasiswa Politeknik Pratama Mulia terhadap sistem KRS intranet yang sedang berjalan dan tanggapan mereka terhadap usulan dibuatkannya sistem KRS internet via WAP ini, maka disebar kuesioner secara acak kepada 100 orang mahasiswa. Adapun hasil yang didapat dari pertanyaan yang diajukan dalam kuesioner yang disebar tersebut adalah sebagai berikut.

1. Masalah apa yang pada umumnya Anda hadapi dengan sistem pengisian KRS yang saat ini berjalan di Politeknik Pratama Mulia Surakarta?



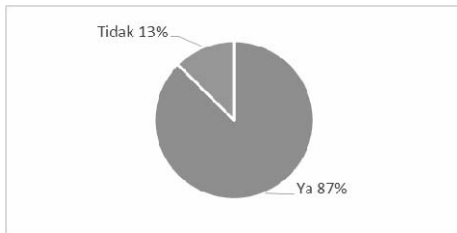
Gbr. 6 Hasil sebaran kuesioner pertanyaan 1

2. Apakah Anda mudah mendapatkan akses ke fasilitas Internet?



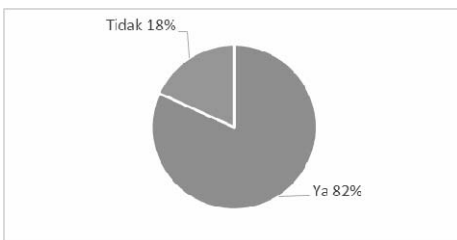
Gbr. 7 Hasil sebaran kuesioner pertanyaan 2

3. Apakah anda memiliki telepon seluler?



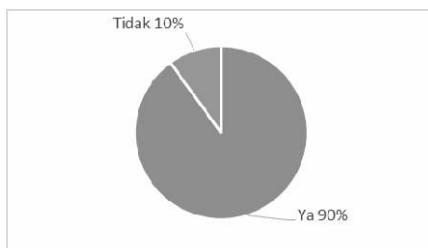
Gbr. 8 Hasil sebaran kuesioner pertanyaan 3

4. Jika Ya, apakah telepon seluler Anda sudah memiliki fasilitas WAP atau GPRS?



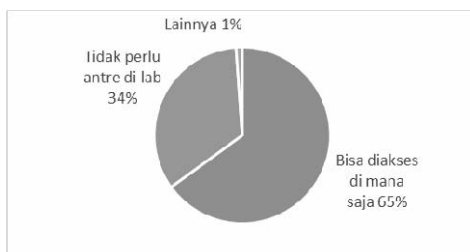
Gbr. 9 Hasil sebaran kuesioner pertanyaan 4

5. Apakah Anda setuju jika pengisian KRS dilakukan melalui Internet telepon seluler (WAP)?



Gbr. 10 Hasil sebaran kuesioner pertanyaan 5

Apa alasan Anda setuju dengan pengisian KRS melalui internet?



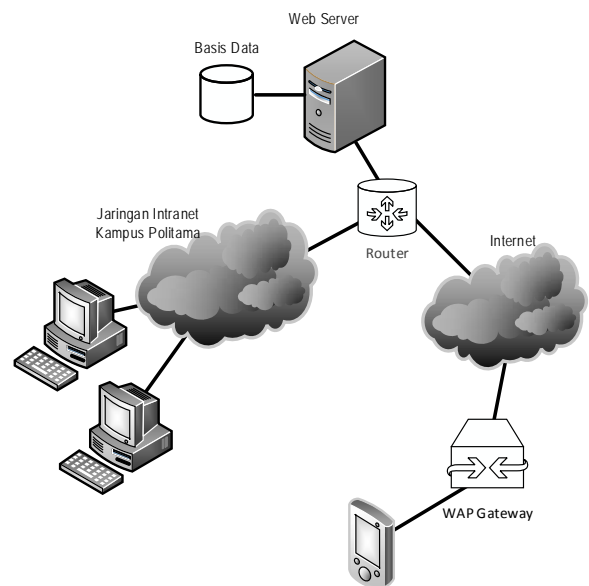
Gbr. 11 Hasil sebaran kuesioner pertanyaan 6

Dari analisis sistem yang ada sekarang, diketahui terdapat beberapa masalah yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan sistem, yaitu:

1. Terdapat antrean akses komputer intranet yang jumlahnya terbatas sehingga dibutuhkan alternatif akses *server* dari perangkat lain.
2. Tampilan form pengisian KRS kurang efektif dan efisien.
3. Tidak adanya informasi lain seperti informasi jadwal kuliah dan informasi yang berkaitan dengan kegiatan akademik mahasiswa.

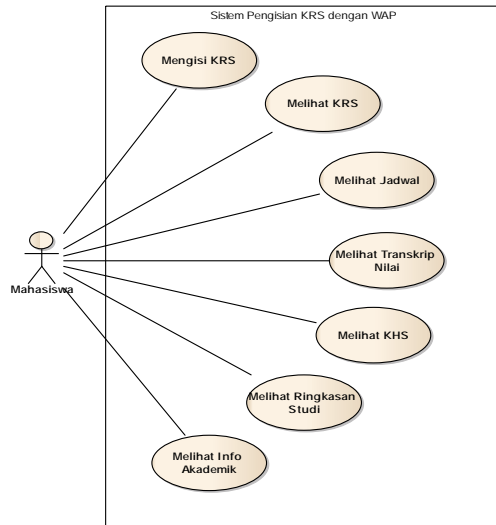
Untuk mengatasi masalah yang ada dalam pelaksanaan sistem KRS intranet tersebut, penulis mengusulkan beberapa hal, yaitu:

1. Membuat aplikasi KRS *online* melalui internet yang dapat diakses via WAP dengan arsitektur seperti pada Gbr. 12.
2. Membuat aplikasi KRS *online* via WAP yang dapat menampilkan informasi yang efektif, efisien dan lengkap ke dalam layar telepon seluler.
3. Membuat fitur tambahan terhadap rancangan aplikasi berupa jadwal kuliah secara lengkap dan informasi akademik lainnya.



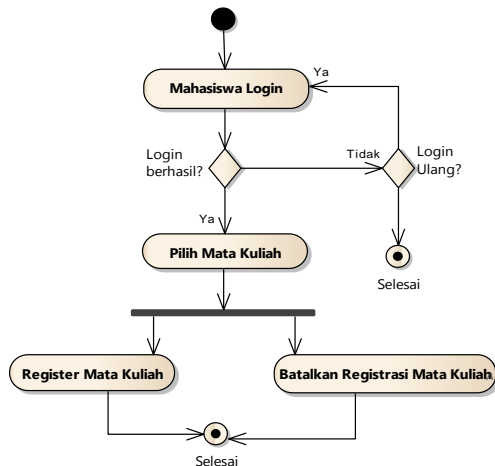
Gbr. 12 Arsitektur sistem KRS online WAP

Kebutuhan fungsional sistem yang akan dibuat ditunjukkan dengan diagram use case seperti pada Gbr. 13.

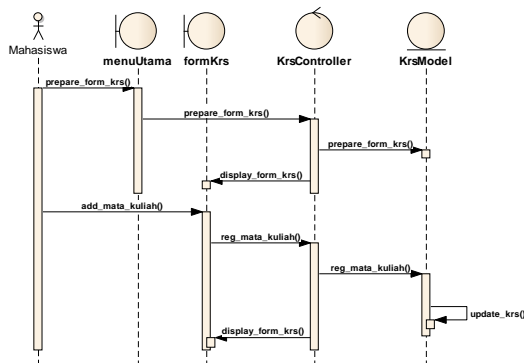


Gbr. 13 Diagram use case sistem

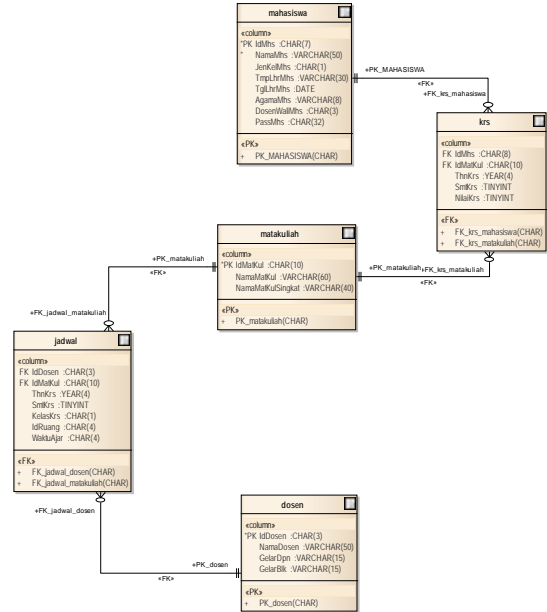
Activity diagram utama mengisi KRS, sequence diagram mengisi KRS dan model data sistem KRS online WAP ditunjukkan pada Gbr. 14, 15, dan 16.



Gbr. 14 Diagram aktivitas pengisian KRS online WAP



Gbr. 15 Sequence diagram mengisi KRS



Gbr. 16 Model data sistem KRS online WAP

## 4. Implementasi dan Pengujian

Tahap implementasi menghasilkan perangkat lunak pengisian KRS melalui ponsel WAP yang memiliki kemampuan seperti disebutkan pada tahap analisis kebutuhan. Selanjutnya perangkat lunak diimplementasikan dan diuji dengan uji kebergunaan.

### A. Implementasi OOP PHP dengan Pola Desain MVC

Untuk mengimplementasikan rancangan aplikasi, penulis menggunakan *open source framework CodeIgniter v2.1.3* yang mendukung OOP PHP dengan pola desain MVC. Penulis meringkas dalam 4 langkah:

1. Mengatur file-file konfigurasi  
File-file konfigurasi, terutama konfigurasi basis data dan library perlu diatur sehingga aplikasi dapat mengakses basis data dan library dengan benar.
2. Implementasi kelas Controller  
Berdasarkan *sequence diagram*, kelas Controller diimplementasikan pada CodeIgniter, sehingga kebutuhan fungsional pada *use case diagram* terpenuhi semua.
3. Implementasi kelas Model  
Kebutuhan fungsional dijabarkan pada *method* atau fungsi pada kelas ini. Kelas ini juga berisi fungsi –fungsi untuk mengakses basis data.

#### 4. Implementasi kelas View

Ini merupakan implementasi antarmuka untuk menyajikan data dalam bentuk informasi kepada user, dan antarmuka untuk mengakses menu-menu atau fungsi pada kelas Controller.

### B. Tampilan Aplikasi

Tampilan awal dan halaman login ditunjukkan pada Gbr 17. Tampilan lain untuk menu-menu yang ada pada aplikasi ini ditunjukkan pada Gbr. 18 s.d. Gbr. 21.

Gbr. 17 Tampilan awal dan halaman login

Gbr. 18 Halaman konfirmasi dan menu utama

Gbr. 19 Halaman form KRS yang masih baru dan yang sudah diisi

Gbr. 20 Halaman Transkrip dan KHS

Gbr. 21 Halaman jadwal dan ringkasan IPK

### C. Uji Kebergunaan

Uji kebergunaan dipakai untuk mengukur 5 atribut kebergunaan (*usability*), yaitu *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors* dan *satisfaction*. Penulis membuat kuesioner dengan 10 pertanyaan. Sepuluh pertanyaan tersebut masing-masing berkontribusi terhadap satu atau lebih atribut kebergunaan.

Tabel 1 Plot kontribusi pertanyaan terhadap atribut kebergunaan

No	Pertanyaan	Atribut Usability				
		L	Ef	M	Er	S
1	Apakah situs KRS WAP dikenali dengan mudah dari antarmuka awal?					
2	Apakah input data dapat dilakukan dengan mudah?					
3	Apakah menu Isi KRS dapat ditemukan dengan mudah?					
4	Apakah mata kuliah yang akan diregistrasi dapat ditemukan dengan mudah?					
5	Apakah huruf-huruf pada tiap halaman situs KRS WAP dapat dibaca dengan mudah?					
6	Apakah menu-menu KRS WAP dapat diingat dengan mudah?					
7	Apakah menu-menu KRS WAP					

	dapat diakses dengan mudah?				
8	Apakah perpindahan dari satu halaman ke halaman lain dapat dilakukan dengan mudah?				
9	Apakah daftar mata kuliah dapat dilihat dan dimengerti dengan mudah?				
10	Apakah bahasa pada sistem KRS WAP dapat dimengerti dengan mudah?				

Jawaban kuesioner diukur dengan skala Likert mulai dari Sangat Tidak Mudah (STM=1) sampai dengan Sangat Mudah (SM=4). Selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner kepada 30 responden mahasiswa Politama. Data yang terkumpul lalu direkap.

Langkah pertama adalah menguji validitas tiap item pertanyaan. Data diinputkan ke tabel SPSS dan dilakukan analisis *Reliability* untuk mengetahui nilai koreksi antara tiap item dengan skor total item. Hasilnya, semua nilai koreksi di atas 0,3. Menurut Azwar (1999), suatu item dianggap valid jika nilai korelasi di atas 0,3. Jadi, semua item pada variabel pertanyaan kuesioner adalah valid.

Selanjutnya dilakukan uji reliabilitas dengan teknik *Cronbach Alpha*. Menurut Sekaran, reliabilitas kurang dari 0,6 adalah kurang baik, sedangkan 0,7 dapat diterima dan di atas 0,8 adalah baik [6]. Hasil perhitungan nilai Cronbach Alpha dengan SPSS v20 untuk hasil kuesioner di atas sebesar 0,883 maka dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian telah reliabel.

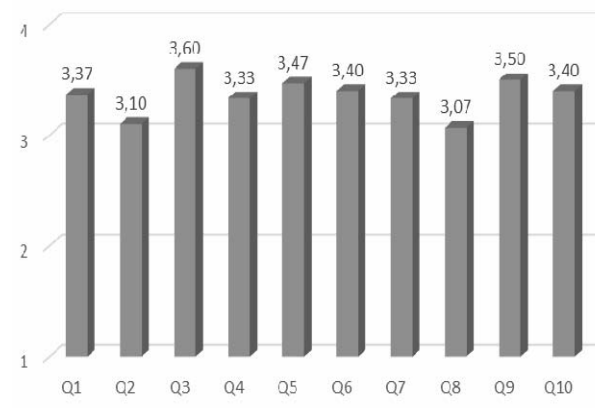
Setelah uji validitas dan reliabilitas berhasil, data kuesioner dapat dipakai untuk analisis uji kebergunaan. Hasil dari uji kebergunaan yang dilakukan terhadap 30 responden yang menggambarkan penyebaran dari masing-masing pernyataan yang diberikan dalam kuesioner uji kebergunaan dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2 Persentase hasil kuesioner uji kebergunaan**

	1	2	3	4
Nomor	STM	TM	M	SM
Q1	0%	0%	63%	37%
Q2	0%	0%	90%	10%
Q3	0%	0%	40%	60%
Q4	0%	3%	60%	37%
Q5	0%	0%	53%	47%
Q6	0%	3%	53%	43%

Q7	0%	0%	67%	33%
Q8	0%	10%	73%	17%
Q9	0%	0%	50%	50%
Q10	0%	3%	53%	43%

Selanjutnya dilakukan analisis deskriptif terhadap hasil kuesioner dengan menghitung nilai rata-rata jawaban kuesioner dan disajikan dalam grafik seperti pada Gbr. 22.



**Gbr. 22 Grafik nilai rata-rata tiap butir pernyataan**

Untuk memperoleh gambaran nilai masing-masing atribut kebergunaan, dihitung nilai rata-rata tiap atribut kebergunaan berdasarkan plot kontribusi tabel 1. Nilai rata-rata untuk tiap atribut kebergunaan diberikan pada Tabel 3.

**Tabel 3 Nilai rata-rata tiap atribut kebergunaan**

No	Atribut	Nilai Rata-Rata
1	Learnability	3,36
2	Efficiency	3,31
3	Memorability	3,36
4	Errors	3,31
5	Satisfaction	3,36

## D. Pembahasan

Pada uji kebergunaan, skor rata-rata hasil kuesioner di atas 3,00. Skor rata-rata ini sudah di atas nilai persepsi mudah (3). Artinya, rata-rata user mudah menggunakan perangkat lunak ini.

Skor rata-rata terendah pada butir ke-8, kemudahan berpindah dari satu halaman ke halaman lain. Ini disebabkan, tautan dari satu halaman ke halaman berikutnya harus melalui menu utama. Lagi pula tautan ke menu utama selalu terletak di bagian

bawah halaman. User harus menggeser layar ke bagian bawah halaman untuk berpindah dari suatu halaman ke menu utama.

Skor butir 2, yaitu kemudahan input data juga memiliki skor relatif rendah. Ini disebabkan perangkat ponsel memiliki keterbatasan kemampuan input data. Data yang berupa huruf dan angka harus diinputkan melalui *keypad* yang jumlah tombolnya terbatas.

Berdasarkan plot kontribusi tiap pertanyaan terhadap tiap atribut kebergunaan, diperoleh nilai rata-rata tiap atribut kebergunaan sekitar 3,3. Ini menunjukkan bahwa aplikasi pengisian KRS WAP ini memiliki tingkat kebergunaan yang cukup baik (mudah). Ini berarti aplikasi pengisian KRS WAP mudah dipelajari dan dijalankan (*learnability*), efisien (*efficiency*), mudah diingat (*memorability*), sedikit terjadi kemungkinan kesalahan penggunaan (*errors*), dan memiliki tingkat kepuasan yang cukup baik (*satisfaction*)

Dari uji kebergunaan dapat disimpulkan bahwa kemudahan penggunaan aplikasi KRS WAP sangat tergantung pada ukuran layar ponsel, rancangan navigasi aplikasi dari satu halaman ke halaman lain dan metode input data yang digunakan.

## 5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan:

1. Aplikasi pengisian KRS melalui WAP ini dapat memberikan pilihan bagi mahasiswa Politama yang akan melakukan registrasi mata sehingga tidak terjadi antrean pengisian KRS.
2. Pengembangan aplikasi ini dilakukan dengan membuat modul-modul untuk *model*, *view* dan *controller* yang terpisah, sehingga aplikasi yang dikembangkan dapat lebih bersifat *maintainable* dan *reusable*.
3. Berdasarkan hasil uji kebergunaan aplikasi ini memiliki tingkat kebergunaan yang cukup baik,

terbukti dengan nilai rata-rata atribut kebergunaan yang semuanya di atas 3.

## Daftar Pustaka

- [1] Hussam-Eddin Alfitouri Elgatait, *Design WAP-Based Co-Corriculum Course Registration System for Pusat Kokurikulum UUM*, Tesis Master, UUM Malaysia, 2008
- [2] Karimov Makhmudjon, *Mobile-Based Academic Course Registration System In College of Arts and Sciences of Universiti Utara Malaysia*, Thesis UUM, Sintok Kedah, 2009
- [3] Fredy Purnomo, Analisis dan Perancangan Sistem Mobile KRS Berbasis J2ME Menggunakan Jaringan GPRS, SNATI 2010, Yogyakarta, 2010
- [4] Andri Kurniawan, Simulasi Sistem Registrasi KRS pada Mobile Device dengan Menggunakan Teknologi J2ME, Skripsi AMIKOM, Yogyakarta, 2011
- [5] Jacob Nielsen, *Usability 101: Introduction to Usability*. Sumber: <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>, Tanggal akses 3 Maret 2013.
- [6] Uma Sekaran, Metodologi Penelitian Bisnis, Salemba Empat, Jakarta, 2011
- [7] Betha Sidik, *Framework CodeIgniter*, Informatika Bandung, 2012
- [8] Sparx Systems, *Extending UML with Enterprise Architect*, Sparx Systems, 2010
- [9] Waqar Aziz, *Usability Principles for Mobile Commerce*, Luleå University of Technology, 2009
- [10] Wignjosoebroto, Sudiarto, Harenda, *Perancangan Interface Prototype Web Berdasarkan pada Aspek Usability* (Studi Kasus: Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja Teknik Industri ITS). Sumber: <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-8877-2504100030-Paper.pdf>, 2009





# **PENERAPAN *INFORMATION ECONOMICS* (IE) UNTUK PENGKAJIAN INVESTASI SI/TI STUDI KASUS: PROYEK SIM PT ABCD**

**Amiruddin<sup>1</sup>, Bagus Pursena<sup>2</sup>, Yogi Purwantoro<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Sekolah Tinggi Sandi Negara (STSN), Ciseeng, Bogor*, <sup>3</sup>*PT Oti Lintas Internasional*, <sup>2</sup>*PT Pearl Land*

**E-mail :** *amir@stsn-nci.ac.id<sup>1</sup>, bagus.pursena@gmail.com.<sup>2</sup>, yogi.purwantoro@gmail.com<sup>3</sup>*

## **Abstrak**

Investasi dalam bidang Sistem Informasi/Teknologi Informasi (SI/TI) seringkali hanya dipandang sebagai suatu biaya yang harus dikeluarkan tanpa tahu manfaat apa yang akan diperoleh. Meskipun demikian, investasi SI/TI ini terus dilakukan karena perusahaan menyadari adanya korelasi yang bagus antara biaya SI/TI dengan peningkatan kinerja ekonomi perusahaan. Terdapat kepercayaan bahwa dua pendekatan harus digabungkan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat dalam penilaian investasi SI/TI. Metodologi *Information Economics* (IE) menggabungkan kedua pendekatan baik finansial maupun non-finansial untuk menilai dan melakukan justifikasi terhadap investasi SI/TI.

Dalam penelitian ini diterapkan IE dalam melakukan pengkajian investasi proyek Sistem Informasi Manajemen (SIM) PT ABCD untuk mengetahui apakah pembangunan sistem ini memberikan manfaat yang sesuai dengan biaya yang dikeluarkan. Dengan kata lain dilakukan analisis manfaat terhadap implementasi sistem tersebut, yaitu dengan mengkaji efisiensi dan efektivitas dari SIM PT ABCD ini. Pengkajian manfaat akan mencakup manfaat yang bersifat nyata (*tangible*) dan tidak nyata (*intangible*). Dengan menggunakan IE, pengkajian investasi SI/TI dapat dilakukan menyeluruh dari segi manfaat baik yang bersifat *tangible*, quasi *tangible*, maupun *intangible*. Berdasarkan hasil akhirnya, metode IE dapat juga digunakan untuk membandingkan beberapa proyek SI/TI untuk menentukan skala prioritasnya.

**Kata Kunci :** *Information Economics, Intangible, Investasi, SI/TI, SIM, tangible.*

## **1. Pendahuluan**

Berbicara tentang investasi SI/TI, komunitas bisnis senantiasa mempertanyakan dua hal: berapa banyak uang yang dikeluarkan dan berapa banyak uang yang dihasilkannya [1]. Selama beberapa tahun, Investasi dalam bidang SI/TI hanyalah berupa pembiayaan dalam jumlah besar dan tidak menghasilkan suatu hasil yang memadai [1]. Meskipun demikian, investasi SI/TI ini terus dilakukan karena perusahaan menyadari adanya korelasi yang bagus antara biaya SI/TI dengan peningkatan kinerja ekonomi perusahaan [2].

Biaya SI/TI lebih mudah diidentifikasi dan dihitung dibandingkan manfaatnya, khususnya untuk manfaat yang sifatnya tidak nyata (*intangible*). Justifikasi biaya merupakan hal yang paling penting yang mempengaruhi arah kesuksesan bisnis [3]. Cara yang paling umum dilakukan untuk penilaian investasi adalah pendekatan *cost-benefit analysis* [4]

dan *cost effectiveness* [5], yang mempunyai keterbatasan dengan tidak dilakukannya analisis manfaat *intangible*. Padahal, dengan tidak diukurnya faktor non-finansial ini, maka nilai ekonomis suatu investasi akan menurun. Berdasarkan persoalan ini, beberapa ahli memperkenalkan cara yang lebih praktis untuk mendapatkan gambaran tentang bagaimana investasi diukur, contohnya dengan menggunakan pendekatan non-finansial, antara lain mengukur *competitive advantage* [6].

Terdapat kepercayaan bahwa dua pendekatan harus digabungkan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat. Metodologi *IE* menggabungkan kedua pendekatan baik finansial maupun non-finansial untuk menilai dan melakukan justifikasi terhadap investasi SI/TI [4].

Pengkajian investasi proyek Sistem Informasi Manajemen (SIM) PT ABCD dalam paper ini bertujuan untuk mengetahui apakah pembangunan

sistem ini memberikan manfaat yang sesuai dengan biaya yang dikeluarkan. Dengan kata lain akan dilakukan analisis manfaat terhadap implementasi sistem tersebut, yaitu dengan mengkaji efisiensi dan efektivitas dari SIM PT ABCD ini. Pengkajian manfaat akan mencakup manfaat yang bersifat nyata (*tangible*) dan tidak nyata (*intangible*).

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Proyek SIM PT ABCD

Implementasi proyek SIM PT ABCD ini harus mempertimbangkan pembatasan-pembatasan berikut ini:

- SIM PT ABCD yang baru ini harus dapat memenuhi fitur standar yang telah ada pada SIM PT ABCD yang lama dan terintegrasi penuh antara *front-office* dengan *back-office*.
- SIM PT ABCD yang baru ini harus bisa berjalan (*running*) dengan menggunakan infrastruktur yang ada dan dengan dukungan teknis yang minimal.
- SIM PT ABCD yang baru ini harus mudah dioperasikan oleh pengguna (*user friendly*) dengan akses yang cepat.
- SIM PT ABCD yang baru ini harus aman dari gangguan *cracker*, dan hanya dapat digunakan oleh user yang diberi wewenang.

Ada beberapa pilihan yang dapat dilakukan terkait dengan proyek SIM PT ABCD ini, yaitu:

- Tidak melakukan apa-apa, yaitu sistem berjalan apa adanya dengan segala keterbatasan yang ada.
- Mengembangkan dan mengimplementasikan aplikasi yang belum dibuat untuk melengkapi kekurangan dari aplikasi yang ada dengan tenaga internal.
- Mengimplementasikan sistem baru yang telah teruji sebelumnya dengan beberapa penyesuaian terhadap proses bisnis yang ada dan dikerjakan oleh *vendor* (*outsourcing*).

Hasil diskusi dengan *stakeholders* diperoleh rekomendasi untuk melaksanakan pilihan c yaitu mengimplementasikan sistem baru yang telah teruji sebelumnya dengan beberapa penyesuaian terhadap proses bisnis yang ada dan dikerjakan oleh *vendor* (*outsourcing*).

Usia hidup proyek SIM PT ABCD ini adalah 5 tahun. Perkiraan anggaran secara keseluruhan (total) proyek SIM PT ABCD adalah sebagai berikut:

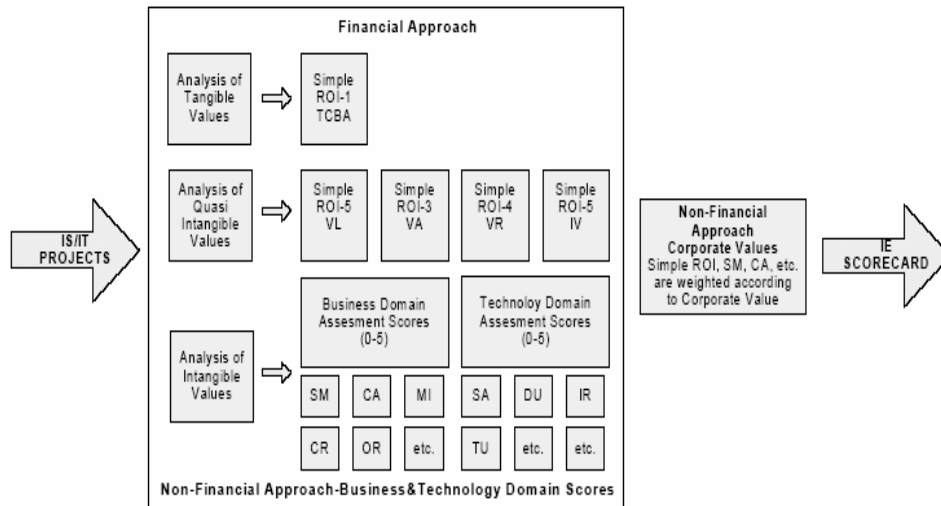
- Tahun pertama sebesar Rp 2.076.540.000
- Tahun kedua sampai tahun kelima adalah bersifat flat sebesar 1.262.340.000

Dalam melakukan kajian analisis biaya manfaat Proyek SIM PT ABCD ini, ada beberapa informasi yang perlu dikumpulkan untuk dijadikan bahan masukan dalam kerangka kerja IE yaitu:

- Identifikasi dan klasifikasi manfaat proyek.
- Masukan untuk analisis biaya dan manfaat *tangible*, meliputi:
  - biaya pengembangan
  - biaya berjalan
  - pengurangan biaya operasional
  - pendapatan ekonomi bersih
  - arus kas
- Masukan untuk manfaat *quasi tangible*, meliputi:
  - Asumsi-asumsi untuk VA
  - Asumsi-asumsi untuk VL
  - Asumsi-asumsi untuk VR
  - IV tidak diukur, karena proyek ini bukan sebuah inovasi.
- Masukan untuk analisis manfaat *intangible*, yaitu jawaban terhadap kuesioner penilaian aspek lingkup bisnis maupun lingkup teknologinya.

### 2.2 Information Economics (IE)

Seperti terlihat pada gambar-1, kerangka kerja IE menggunakan pendekatan finansial dan non-finansial dalam mengukur biaya dan manfaat sebuah investasi. Pendekatan finansial diterapkan untuk mengukur biaya dan manfaat *tangible* yaitu dengan analisis biaya-manfaat tradisional dan hasilnya dalam bentuk *Simple ROI*. Pendekatan finansial juga diterapkan untuk mengukur manfaat *quasi tangible*. Hasil dari kuantifikasi manfaat *quasi tangible* adalah *Simple ROI* akibat *Value Acceleration* (VA) dan *Value Linking* (VL), *Simple ROI* akibat *Value Restructuring* (VR), dan *Simple ROI* akibat *Innovation Valuation* (IV). Pendekatan non-finansial diterapkan untuk analisis manfaat *intangible*. Hasil kuantifikasi manfaat *intangible* adalah skor untuk masing-masing komponen penilaian pada lingkup bisnis (SM, CA, CR, MI, OR) dan teknologi (SA, TU, DU, IR).



Gambar-1 Kerangka Kerja IE

### 2.2.1 Identifikasi dan Klasifikasi Manfaat

Seperti disebutkan sebelumnya, analisis kelayakan investasi SIM PT ABCD ini menggunakan metodologi IE. Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan identifikasi manfaat yaitu dengan membuat daftar manfaat dari proyek, baik dari pendekatan bisnis maupun teknologi. Langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi manfaat-manfaat tersebut ke dalam empat kategori yang digambarkan dalam bentuk matriks manfaat.

TANGIBLE	HIGH	TANGIBLE	QUASI INTANGIBLE
	LOW	QUASI TANGIBLE	INTANGIBLE
	HIGH		LOW
	MEASURABLE		

Gambar-2 Matriks Manfaat

Setelah membuat klasifikasi manfaat, kemudian dilakukan kuantifikasi masing-masing manfaat berdasarkan klasifikasi dan asumsi-asumsi yang telah dilakukan. Langkah-langkah kuantifikasi mengikuti kerangka kerja IE yang terbagi tiga, yaitu kuantifikasi manfaat *tangible*, *quasi tangible* dan *intangible*.

### 2.2.2 Analisis Biaya dan Manfaat Tangible

Analisis biaya dan manfaat *tangible* ini didasarkan pada biaya implementasi, biaya berjalan

dan *revenue* yang diperoleh. Ketiga aspek ini dimasukkan dalam kertas kerja dampak ekonomis, kemudian dihitung berapa NPV, *payback period*, dan *Simple ROI* yang diperoleh. Hasil ROI inilah yang menentukan nilai skornya.

Hasil → Simple ROI (ROI 1)

### 2.2.3 Analisis Manfaat Quasi Tangible

Manfaat yang bersifat *quasi tangible* dapat berupa:

- Value Acceleration, yaitu adanya percepatan waktu pada proses bisnis
- Value Linking, yaitu terjadinya peningkatan kinerja pada bagian lain dari organisasi yang terkait sebagai efek dari implementasi proyek.
- Value Restructuring, yaitu terjadinya peningkatan efisiensi pada level manajerial.
- Innovation Valuation, yaitu manfaat yang menyebabkan terjadinya perubahan strategi atau proses bisnis.

Analisis manfaat *quasi tangible* didasarkan pada adanya VA dan VL, VR dan IV yang ditimbulkan oleh implementasi sistem. Di sini digunakan asumsi-asumsi untuk melakukan kuantifikasi. Hasil kuantifikasinya kemudian ditambahkan sebagai manfaat pada kertas kerja dampak ekonomis dari ROI 1, kemudian dihitung lagi NPV, *payback period* dan *Simple ROI* yang diperoleh. Hal ini dilakukan untuk setiap *Simple ROI* akibat VA dan VL, VR dan IV.

ROI 1 + Simple ROI akibat VA dan VL (ROI 2)

ROI 2 + Simple ROI akibat VR (ROI 3)

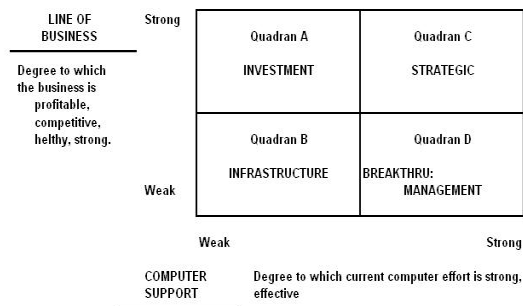
ROI 3 + Simple ROI akibat IV (ROI 4)

### 2.2.4 Analisis Manfaat *Intangible*

Analisis manfaat *intangible* dilakukan berdasarkan panduan yang disediakan oleh IE, yaitu dengan mengisi kuesioner seobyektif mungkin sesuai dengan kondisi organisasi dan proyek yang akan diukur. Hasilnya adalah dalam bentuk skor. Hal ini dilakukan untuk setiap komponen penilaian dalam lingkup bisnis dan teknologi.

### 2.2.5 Nilai Korporat

Setelah mendapatkan skor masing-masing biaya dan manfaat *tangible*, *quasi tangible* dan *intangible*, maka perlu dilakukan pemetaan terhadap matriks nilai korporatnya yang didasarkan pada *line of business* (LOB) dan *computer support* organisasi pemilik proyek. Nilai korporatnya ada empat macam yaitu infrastruktur, manajemen, investasi dan strategis. Pemetaan terhadap nilai korporat ini perlu dilakukan agar nantinya penentuan bobot dan skor proyek sesuai dengan *best practice* yang sudah ada untuk setiap jenis perusahaan.



Gambar-3 Matriks Pemetaan Nilai Korporat

Nilai korporat untuk kuadran investasi adalah sebagai berikut:

Domain	Likely Value	Resulting Weight
<b>Business :</b>		
Return on Investment (ROI)	Medium	2
Strategic Match (SM)	Low	0
Competitive Advantage (CA)	Low	0
Management Information (MI)	Medium	2
Competitive Response (CR)	Highest	8
Project/Organization Risk (OR)	Medium	-2
<b>Technology :</b>		
Definitional Uncertainty (DU)	Medium	-4
Technical Uncertainty (TU)	Medium	-4
Strategic IS Architecture (SA)	High	8
IS Infrastructure Risk (IR)	Low	0

Gambar-4 Nilai Korporat Kuadran Investasi

Bobot untuk setiap aspek bisnis dan teknologi pada nilai korporat di atas adalah bersifat umum (*likely value*). Artinya, bobot-bobot tersebut bisa disesuaikan dengan kondisi organisasi dengan memperhatikan aspek-aspek mana yang bernilai tertinggi (*highest*), tinggi (*high*), menengah (*medium*), rendah (*low*), dan terendah (*lowest*). Jangan membuat kesalahan dengan memberikan bobot untuk aspek yang *high* lebih tinggi dari aspek yang *highest* atau sebaliknya memberi bobot untuk *low* lebih rendah dari *lowest*.

### 2.2.6 Pemberian Bobot Proyek

Pemberian bobot proyek dilakukan dengan cara skor untuk masing-masing komponen penilaian yaitu Enhanced ROI, SM, CA, MI, CR, OR, SA, DU, TU, IR dikalikan dengan bobot pengali tertentu sesuai nilai korporat organisasi dari proyek.

Evaluator	LINGKUP BISNIS						LINGKUP TEKNOLOGI			
	ROI	SM	CA	MI	CR	OR	SA	DU	TU	IR
Faktor	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Lingkup Bisnis										
Lingkup Teknologi										

Gambar-5 Matriks Pembobotan Proyek

Secara ringkas, pemberian skor dan pembobotan proyek adalah sebagai berikut:

Komponen	Masukan
Enhanced ROI	= Traditional ROI+VA+VL+VR+IV
Bobot bisnis	= $\Sigma$ skor komp. bisnis * bobot pengali
Bobot teknologi	= $\Sigma$ skor komp. teknologi * bobot pengali
Skor proyek	= Enhanced ROI + bobot bisnis + bobot teknologi

Gambar-6 Ringkasan Pemberian Skor dan Bobot Proyek

## 3. Pembahasan

### 3.1 Analisis Manfaat Proyek SIM PT ABCD

Manfaat-manfaat dari proyek SIM PT ABCD dipetakan dalam matriks manfaat sebagai berikut:

TANGIBLE	HIGH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengurangi biaya pembelian alat tulis kantor/cetakan</li> <li>• Menghindari tenaga kontrak dan verifikasi</li> <li>• Mengurangi biaya lembur</li> <li>• Meningkatkan jumlah pelanggan yang dilayani</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempercepat proses registrasi/administrasi</li> <li>• Mempercepat pencarian data</li> </ul>
	LOW	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meningkatkan produktivitas pekerjaan</li> <li>• Mempercepat pembuatan laporan</li> <li>• Meningkatkan efisiensi manajemen</li> <li>• Mempercepat pengambilan keputusan</li> <li>• Mencegah kemungkinan human error</li> <li>• Identifikasi yang lebih baik</li> <li>• Ketepatan harga yang lebih baik</li> <li>• Meningkatkan ketepatan data pelanggan</li> <li>• Meningkatkan ketepatan penentuan tindakan</li> <li>• Mengurangi pertumbuhan off-site storage dan retrieval</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meningkatkan kepuasan pelanggan</li> <li>• Meningkatkan citra perusahaan</li> <li>• Meningkatkan daya saing perusahaan</li> <li>• Meningkatkan ketepatan penyediaan stok sesuai kebutuhan</li> </ul>
	HIGH		LOW
	MEASURABLE		

Gambar-7 Matriks Manfaat

Dari sekian banyak potensi manfaat tersebut, tidak semua diukur. Manfaat-manfaat yang akan diukur dengan metodologi IE adalah sebagai berikut:

- Manfaat tangible:
  - Pengurangan 30% biaya alat tulis kantor/cetakan
  - Pengurangan biaya lembur dari unit kerja yang terkena dampak langsung implementasi proyek.
  - Penghindaran tenaga kontrak dan tenaga verifikasi sebanyak 6 orang.
  - Peningkatan jumlah pelanggan sebesar 20% untuk tahun pertama.
- Manfaat Quasi Tangible:
  - Percepatan waktu pemeriksaan di bagian A (*Value Acceleration/VA*).
  - Percepatan pemenuhan resep di bagian B (*VA*).
  - Percepatan waktu pemasukan data transaksi di bagian C (*VA*).
  - Percepatan pemasukan data order di bagian D (*VA*).
  - Percepatan pemrosesan order di bagian E (*VA*).
  - Percepatan pemrosesan order di bagian F (*VA*).
  - Peningkatan produktivitas pekerjaan (*Value Restructuring/VR*).
- Manfaat Intangible, semua potensi manfaat *intangible* diukur dengan skor dengan memperhatikan nilai korporat organisasi.

### 3.2 Analisis Biaya dan Manfaat *Tangible*

Analisis biaya dan manfaat *tangible* ini didasarkan pada biaya pengembangan/investasi, biaya berjalan, dan kemungkinan adanya pengurangan biaya operasional atau peningkatan pendapatan langsung, seperti diperlihatkan pada tabel-tabel berikut.

Tabel-1 Biaya Pengembangan (dalam ribu)

<b>A. Full License</b>	USD 8500	78.200
-Microsoft User Operating System	USD 7500	69.000
-Linux Database System	USD 1000	9.200
<b>B. Setup Fees</b>	USD 30000	276.000
-System Software Integration	USD 25000	230.000
-Network Integration	USD 5000	46.000
<b>C. Hardware Costs</b>		460.000
<b>TOTAL</b>		<b>814.200</b>

Tabel-2 biaya berjalan (dalam ribu)

	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5
Lisensi aplikasi	599.940	599.940	599.940	599.940	599.940
Intranet cost	110.400	110.400	110.400	110.400	110.400
Maintenance	552.000	552.000	552.000	552.000	552.000
<b>Total Biaya</b>	<b>1.262.340</b>	<b>1.262.340</b>	<b>1.262.340</b>	<b>1.262.340</b>	<b>1.262.340</b>

Tabel-3 Pengurangan Biaya Operasional (dalam ribu)

Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5
20%	5%	5%	5%	5%
11.230.507	11.792.032	12.381.634	13.000.716	13.650.752

Tabel-4 Total pendapatan ekonomi bersih manfaat *tangible* per tahun

Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5
20%	5%	5%	5%	5%
11.230.507	11.792.032	12.381.634	13.000.716	13.650.752

Tabel-5 Kertas Kerja Dampak Ekonomi Manfaat *Tangible*

A. Biaya investasi proyek SIM						814.200.000
B. Arus Kas Tahunan						
	Tahun					
	1	2	3	4	5	
Manfaat ekonomi bersih	11.230.507.490	11.792.032.864	12.381.634.507	13.000.716.233	17.214.477.668	
Pengurangan biaya operasional	448.482.984	470.907.133	494.452.490	519.175.114	545.133.870	
Pendapatan sebelum pajak	11.678.990.474	12.262.939.997	12.876.086.997	13.519.891.347	17.759.611.538	
Biaya berjalan	1.262.340.000	1.262.340.000	1.262.340.000	1.262.340.000	1.262.340.000	
Arus kas bersih	10.416.650.474	11.000.599.997	11.613.746.997	12.257.551.347	16.497.271.538	61.785.820.352
C. Simple ROI (B/5/A)						1518%
D. Scoring, dampak ekonomis						
	Score	Simple ROI				
	0	<= 0				
	1	1% to 299%				
	2	300% to 499%				
	3	500% to 699%				
	4	700% to 899%				
	5	over				

Berdasarkan tabel tersebut, maka *Simple ROI* proyek adalah sebesar **1518%** sehingga skor proyek adalah 5. Skor ini menunjukkan bahwa proyek SIM PT ABCD layak dilaksanakan meskipun belum memperhitungkan manfaat yang bersifat *quasi tangible* dan *intangible*. Analisis *quasi tangible* dan *intangible* akan diuraikan pada bagian berikut ini.

### 3.3 Analisis Manfaat *Quasi Tangible*

Manfaat proyek SIM PT ABCD yang bersifat *quasi tangible* yang akan dikuantifikasi terdiri dari *Value Acceleration* dan *Value Restructuring*.

#### 3.3.1 Value Acceleration (VA)

Analisis VA dilakukan untuk mengkaji manfaat yang diterima perusahaan akibat adanya percepatan waktu pada proses bisnis sebagai akibat implementasi proyek. Total pendapatan bersih yang diperoleh dari analisis VA ditunjukkan pada tabel berikut. Peningkatan ini terjadi hanya pada tahun 1, karena percepatan hanya terjadi pada tahun 1 setelah implementasi sistem, sedangkan pada tahun 2 sampai tahun 5 sudah tidak terjadi lagi percepatan.

Tabel-5 Peningkatan Pendapatan Bersih Per Bagian (dalam ribu)

Bagian	Peningkatan Pendapatan
A	173.768
B	30.000
C	513.153
D	90.981
E	11.611
F	21.084
Total	840.599

Tabel-6 Peningkatan Pendapatan VA Per Tahun

Tahun1	Thn 2	Thn 3	Thn 4	Thn 5
840.599.017	0	0	0	0

Kertas kerja dampak ekonomi akibat VA dilakukan dengan cara menambahkan nilai dari kertas kerja dampak ekonomi pada analisis *tangible* dengan nilai peningkatan pendapatan dari analisis VA, sehingga diperoleh kertas kerja dampak ekonomi seperti terlihat pada tabel berikut

Tabel-7 Kertas Kerja Dampak Ekonomis Manfaat VA

A. Biaya investasi proyek SIM						814.200.000
B. Arus Kas Tahunan						
	Tahun					
	1	2	3	4	5	
Manfaat ekonomi bersih	12.071.106.507	11.792.032.864	12.381.634.507	13.000.716.233	17.214.477.668	
Pengurangan biaya operasional	448.482.984	470.907.133	494.452.490	519.175.114	545.133.870	
Pendapatan sebelum pajak	12.519.589.491	12.262.939.997	12.876.086.997	13.519.891.347	17.759.611.538	
Biaya berjalan	<b>1.262.340.000</b>	<b>1.262.340.000</b>	<b>1.262.340.000</b>	<b>1.262.340.000</b>	<b>1.262.340.000</b>	
Arus kas bersih	11.257.249.491	11.000.599.997	11.613.746.997	12.257.551.347	16.497.271.538	62.626.419.370
C. Simple ROI ( B/5/A)	<b>1538%</b>					
D. Scoring, dampak ekonomis						
	Score	Simple ROI				
	0	<= 0				
	1	1% to 299%				
	2	300% to 499%				
	3	500% to 699%				
	4	700% to 899%				
	5	over				

Dari kertas kerja tersebut, terlihat bahwa terjadi peningkatan *Simple ROI* yang semula - **1518%** (pada analisis tangible) menjadi **1538%** dengan nilai skor 5. Nilai ROI ini masih mungkin bertambah jika dimasukkan manfaat dari Value Restructuring.

### 3.3.2 Value Restructuring (VR)

Analisis VR dilakukan untuk mengkaji efisiensi pekerjaan pada level manajemen. Untuk mengkuantifikasi nilai VR ini diperlukan daftar gaji dan produktivitas masing-masing jenjang manajemen, yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel -8 Penghasilan / Jabatan / Tahun

Jenjang	Penghasilan /tahun
Direksi (Dir)	228.500.000
Manajer (Mjr)	103.100.000
Asisten Manajer (Asmen)	75.650.000
Supervisor (Sup)	65.110.000

Dari analisis terlihat bahwa, sebelum implementasi proyek SIM PT ABCD, produktivitas level manajerial bila dikonversi dalam Rupiah hanya mencapai 376,7493 juta dari 472,36 juta yang seharusnya (direncanakan). Hal ini berarti terjadi nilai tidak produktif sebesar RP 95,6107 juta. Setelah implementasi proyek SIM PT ABCD, diharapkan produktivitas manajemen akan meningkat.

Hasil analisis memperlihatkan pula bahwa setelah implementasi proyek SIM PT ABCD, nilai produktif dan nilai tidak produktif dari level manajerial masing-masing sebesar RP 437.368.600,- dan Rp. 34.991.400. Dengan demikian bila dibandingkan dengan sebelum implementasi proyek dan sesudah implementasi proyek terjadi penurunan nilai tidak produktif sebesar sebesar Rp 95.610.700 – 34.991.400 = Rp. 60.619.300. Dengan memperhitungkan kenaikan gaji sebesar 5% per tahun, maka penghematan yang bisa dilakukan dari analisis VR adalah sebagai berikut:

Tabel-9 Pengurangan Biaya Operasional akibat VR (dalam ribu)

Tahun1	Thn 2	Thn 3	Thn 4	Thn 5
	Naik 5%	Naik 5%	Naik 5%	Naik 5%
<b>60.619</b>	<b>63.650</b>	<b>66.832</b>	<b>70.174</b>	<b>73.683</b>

Kertas kerja dampak ekonomis untuk analisis VR dibuat berdasarkan kertas kerja dampak ekonomi pada analisis sebelumnya yaitu, analisis VA. Nilai analisis VR dimasukkan ke dalam kertas kerja dampak ekonomis pada analisis VA, sehingga diperoleh kertas kerja dampak ekonomis dari analisis VR sbb.



Tabel-10 Kertas Kerja Dampak Ekonomis akibat VR

A. Biaya investasi proyek SIM						814.200.000
B. Arus Kas Tahunan						
	Tahun					
	1	2	3	4	5	
Manfaat ekonomi bersih	12.071.106.507	11.792.032.864	12.381.634.507	13.000.716.233	17.214.477.668	
Pengurangan biaya operasional	509.102.284	534.557.398	561.285.268	589.349.531	618.817.008	
Pendapatan sebelum pajak	12.580.208.791	12.326.590.262	12.942.919.775	13.590.065.764	17.833.294.676	
Biaya berjalan	1.262.340.000	1.262.340.000	1.262.340.000	1.262.340.000	1.262.340.000	
Arus kas bersih	11.317.868.791	11.064.250.262	11.680.579.775	12.327.725.764	16.570.954.676	62.961.379.268
C. Simple ROI (B/5/A)						1547%
D. Scoring, dampak ekonomis						
	Score	Simple ROI				
	0	<= 0				
	1	1% to 299%				
	2	300% to 499%				
	3	500% to 699%				
	4	700% to 899%				
	5	over				

Dari kertas kerja tersebut, terlihat bahwa terjadi peningkatan *Simple ROI* dari 1538% (pada analisis VA) menjadi 1547%, dengan nilai skor proyek tetap yaitu 5.

Jadi nilai total **Enhanced ROI adalah 1547% dengan skor = 5**. Skor ini nanti yang akan dimasukkan dalam pembobotan proyek untuk kriteria ROI. Untuk kriteria yang lain yaitu SM, CA, MI, CR, OR, SA, DU, TU, dan IR nilainya didapatkan dari analisis manfaat yang bersifat *intangible* pada lingkup bisnis dan teknologi.

### 3.4 Analisis Manfaat *Intangible*

Analisis manfaat yang bersifat *intangible* dilakukan dengan cara memberi skor untuk setiap kriteria penilaian berdasarkan aturan skor yang berlaku dalam IE. Analisis ini dilakukan dalam dua lingkup yaitu bisnis dan teknologi.

#### 3.4.1 Analisis Lingkup Bisnis

Analisis lingkup bisnis terdiri atas lima kriteria, yaitu: *Strategic Match (SM)*, *Competitive Advantage (CA)*, *Management Information Support (MI)*, *Competitive Response (CR)* dan *Project/Organization Risk (OR)*.

##### a. Strategic Match(SM)

Komponen ini akan menilai sejauh mana proyek sejalan dengan visi dan misi dari perusahaan, tujuan perusahaan atau Line of Business perusahaan. Untuk proyek SIM PT ABCD ini, dengan analisis Strategic Match, mendapat **point 4**.

4 Proyek secara langsung akan mencapai sebagian dari tujuan strategis perusahaan yang telah ditetapkan.

Penerapan SIM PT ABCD ini, memang secara langsung memiliki hubungan dengan tujuan perusahaan atau Line of Business perusahaan yang merupakan perusahaan penyedia layanan rumah sakit.

##### b. Competitive Advantage(CA)

Komponen Competitive advantage diperlukan untuk menilai apakah dengan terealisasinya proyek ini, perusahaan akan mendapat keuntungan kompetitif dibanding kompetitor. Dengan menganalisis proyek SIM PT ABCD ini, dengan skor 1 hingga 5, proyek SIM PT ABCD akan mendapat **skor 1**.

##### c. Management Information Support (MI)

Komponen ini untuk mengukur seberapa jauh proyek menunjang Manajemen Informasi yang menunjang *core activities*. Core Activities dapat meliputi: *Marketing, Service, Budget*, dll. Dengan kategori ini, proyek akan mendapat **skor 5**.

##### d. Competitive Response (CR)

Untuk komponen ini, proyek SIM PT ABCD ini memperoleh skor 4.

Dengan tidak diimplementasikannya sistem ini, pembuatan laporan keuangan tidak tepat waktu,

sehingga akan berpengaruh terhadap kemampuan PT ABCD dalam bersaing dengan perusahaan lain.

#### e. Proyek/Organizational Risk (OR)

Komponen ini mengukur seberapa besar kemampuan perusahaan dalam menghadapi proyek dengan ukuran ini, baik secara organisasi maupun dari sumber daya manusianya. Kesiapan ini dilihat dari bagaimana organisasi dan orang-orangnya menghadapi perubahan yang ditimbulkan dari penerapan proyek ini. Proyek SIM PT ABCD termasuk dalam range skor 1 – 4. Dari hasil observasi, diperoleh informasi bahwa rencana domain bisnis tidak diketahui apakah terdefinisi dengan baik atau tidak. Demikian pula untuk rencana kontinjensi dan pelatihan untuk pemakai tidak diketahui, sehingga nilainya tergambar dalam kriteria berikut:

Kriteria	Yes	No	Unknown
Rencana domain bisnis terdefinisi dengan baik	X		V
Manajemen bisnis ada	V		
Rencana kontinjensi ada	X		V
Proses dan prosedur ada	X		
Pelatihan untuk pemakai terencana	X		V
Ada management championship	V		
Produk terdefinisi dengan baik	V		
Kebutuhan pasar diketahui dengan jelas	V		

Maka analisis komponen ini memberikan skor =  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1,5 = 2$

### 3.4.2 Analisis Lingkup Teknologi

Analisis lingkup teknologi terdiri atas empat kriteria yaitu: *Strategic IS Architecture (SA)*, *Definitional Uncertainty (DU)*, *Technical Uncertainty (TU)* dan *IS Infrastructure Risk (IR)*.

#### a. Strategic IS Architecture (SA)

Komponen ini diperlukan untuk mengevaluasi derajat kesesuaian proyek dengan strategi sistem informasi secara keseluruhan. Proyek yang merupakan bagian integral dari IS plan atau blueprint memiliki nilai lebih tinggi di dalam evaluasi ini. Proyek SIM PT ABCD mendapat skor 3.

3 Proyek ini merupakan bagian integral dari cetak biru perusahaan dan mempunyai tingkat pengembalian modal yang sedang. Proyek ini bukan merupakan prasyarat bagi proyek-proyek lainnya yang termasuk dalam cetak biru perusahaan, dan terkait secara lemah dengan proyek-proyek prasyarat lainnya.

#### b. Definitional Uncertainty (DU)

Komponen ini menilai derajat terhadap seberapa besar diketahuinya kebutuhan-kebutuhan dan spesifikasi-spesifikasi. Nilai skor untuk komponen ini adalah 2.

#### c. Technical Uncertainty (TU)

Komponen ini menilai kesiapan domain teknologi dalam menjalankan proyek. Penilaian-penilaian meliputi keahlian yang dibutuhkan, ketergantungan hardware, ketergantungan software, dan software aplikasi. Untuk komponen ini, proyek SIM PT ABCD mendapatkan skor =  $A+B+C+D/4 = (1+4+4+2)/4 = 11/4 = 3,75 = 4$ . Rinciannya adalah sebagai berikut:

#### d. IS Infrastructure Risk (IR)

Komponen ini menilai seberapa besar investasi nonproyek yang diperlukan untuk mengakomodasi proyek. Faktor ini merupakan penilaian lingkungan yang meliputi administrasi data (seperti kebutuhan data dictionary baru), komunikasi (misalnya, diperlukan jenis kemampuan komunikasi baru), dan sistem terdistribusi (seperti diperlukannya metode baru akses data). Untuk komponen ini proyek SIM PT ABCD mendapat skor 2.

### 3.5 Skor Proyek untuk Setiap Kriteria

Dari semua analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka nilai skor masing-masing kriteria baik pada lingkup bisnis maupun teknologi, dimasukkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel-11 Skor untuk setiap kriteria

Evaluator	LINGKUP BISNIS						LINGKUP TEKNOLOGI			
	ROI	SM	CA	MI	CR	OR	SA	DU	TU	IR
Bobot Pengali	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Lingkup Bisnis	5	4	1	5	4	2				
Lingkup Teknoloi							3	2	4	2

Karena bobot pengali belum diketahui, maka terlebih dahulu harus dilakukan kajian nilai korporat untuk menentukan posisi organisasi PT ABCD dalam matriks nilai korporat.

#### 3.5.1 Nilai korporat PT ABCD

PT ABCD termasuk dalam posisi bisnis yang mempunyai daya saing yang bagus, sehat, menguntungkan, tetapi dukungan komputer belum terlalu menentukan, karena tidak semua proses bisnis ini bergantung pada peran komputer. Oleh karena itu jika dipetakan pada matriks nilai korporat,

maka nilai korporat PT ABCD berada pada **kuadran investasi**.

### 3.5.2 Pembobotan Proyek

Setelah penentuan skor untuk setiap kriteria dan juga penentuan nilai korporat, maka sudah bisa dilakukan penentuan bobot proyek sebagai berikut:

**Tabel-12 Pembobotan Proyek**

Evaluator	LINGKUP BISNIS						LINGKUP TEKNOLOGI			
	ROI	SM	CA	MI	CR	OR	SA	DU	TU	IR
Faktor Pengali	+3	+1	+1	+3	+6	-3	+6	-3	-3	-1
Penilaian:										
Lingkup Bisnis	5	4	1	5	4	2				
Lingkup Teknologi							3	2	4	2
Pembobotan:										
Lingkup Bisnis	15	4	1	15	24	-6				
Lingkup Teknologi							18	-6	-12	-2
Total Skor	51									
Total Skor	VALUE: 77					RISK: -26				

Dari tabel tersebut, diperoleh hasil akhir berupa skor untuk proyek SIM PT ABCD adalah **51**. Berdasarkan skor ini, maka bisa ditentukan prioritas untuk setiap proyek bila terdapat lebih dari satu proyek yang akan dipilih.

## 4. Kesimpulan

Dari kajian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis nilai korporat menunjukkan bahwa PT ABCD berada pada posisi kuadran investasi. Oleh karena itu bobot pengali untuk pembobotan proyek mengacu kepada nilai yang sesuai dengan kuadran investasi tersebut.
2. Dengan hanya menggunakan metode *simple ROI* dalam melakukan penilaian terhadap investasi proyek SIM PT ABCD, diperoleh Simple ROI yang sangat signifikan yaitu sebesar 1518%. Ini berarti bahwa manfaat nyata proyek ini sangat besar dibandingkan dengan investasi yang ditanamkan.
3. Setelah penilaian investasi proyek dipertajam dengan menggunakan metode *Enhanced ROI*, diperoleh nilai ROI yang jauh lebih besar, yaitu 1547%. Nilai ini akan lebih meningkatkan keyakinan pihak manajemen bahwa proyek tersebut akan mampu memberikan manfaat yang lebih besar bagi perusahaan. Hasil proyek tidak hanya akan membantu mengurangi biaya

operasional perusahaan dengan cara mengurangi tenaga kontrak dan verifikasi dan jumlah penggunaan alat tulis kantor dan cetakan/formulir, melainkan juga adanya peningkatan pendapatan bersih dari peningkatan jumlah pelanggan.

4. Penilaian investasi proyek tidak cukup dilakukan hanya dengan mengukur manfaat tangible, sehingga perlu dilakukan juga untuk manfaat yang bersifat intangible. Untuk hal ini metode IE menggunakan metode perhitungan manfaat *intangible* yang dibagi menjadi dua domain yakni bisnis dan teknologi.
5. Metoda IE dapat diterapkan untuk mengkaji semua investasi SI/TI pada perusahaan swasta maupun pemerintah. Untuk perusahaan yang berada pada kuadran investasi, langkah-langkah dalam penelitian ini dapat digunakan, hanya saja perbedaan perbedaan mendasar dengan penelitian ini yang mungkin terjadi adalah terletak pada biaya-biaya dan manfaat lanjut dari SI/TI tersebut pada perusahaan.
6. Metode IE dapat juga digunakan untuk membandingkan beberapa proyek SI/TI dalam rangka penentuan skala prioritas, karena pada akhirnya metode IE menghasilkan hasil akhir berupa skor.

## Daftar Pustaka

- [1] Remenyi, D., et.al., *the Effective Measurement & Management of IT Costs & Benefits*, Oxford: Butterworth Heineman, 1995;
- [2] Parker, Marilyn M., *Strategic Transformation and Information Technology: Paradigms for Performing While Transforming*, Prentice Hall, Upper saddle River, NJ 07458, 1996;
- [3] Sassone, Peter G., *Cost Benefit Analysis of Information Systems: A Survey of Methodologies*, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332, Working Paper, 1986;
- [4] Parker, Marilyn M. et.al., *Information Economics: Linking Business Performance to Information Technology*, Prentice Hall, Inc. Englewoods Cliffs, New Jersey 07632, 1988;
- [5] Wolfe, J.N., *Cost Benefit and Cost Effectiveness: Studies and Analysis*, George Allen & Unwin Ltd, Ruskin House-Museum Street, London, 1973;
- [6] Porter, Michael E., *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, The Free Press, New York, 1985.

# ANALISA STATISTIK KEMAMPUAN KOGNITIF DARI PENGGUNAAN TEKNOLOGI INFORMASI; (STUDI KASUS MAHASISWA STMIK AKAKOM YOGYAKARTA)

Danny Kriestanto

*Jurusan Teknik Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta  
Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta  
Email: joshuawaterby@yahoo.co.uk*

## Abstrak

Kemampuan memahami sebuah aplikasi merupakan hal yang wajib dilakukan terutama oleh mahasiswa jurusan Teknik Informatika agar tidak ketinggalan dengan kemajuan Teknologi Informasi yang begitu pesat. Untuk itu, diperlukan sebuah penelitian untuk mengetahui tingkat kognitif mahasiswa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kognitif mahasiswa STMIK AKAKOM Yogyakarta dalam mempelajari dan menggunakan berbagai perangkat lunak yang begitu luas digunakan saat ini, baik yang bersifat *offline* maupun *online*. Penelitian dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada mahasiswa yang disebar pada saat pertemuan di kelas. Hasilnya kemudian dianalisis dengan bantuan perangkat lunak SPSS.

Dari hasil penelitian terbukti bahwa pemanfaatan TI sangat berpengaruh terhadap aspek kognitif, dalam kasus ini adalah mahasiswa STMIK AKAKOM Yogyakarta. Nilai Kanonik Korelasional dari penelitian ini adalah 0,767 dengan signifikansi Wilk's Lambda lebih kecil dari 0,01.

Kata Kunci : aspek kognitif, Taksonomi Bloom, analogi Churches, kanonik korelasional, *Wilk's Lambda*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Kondisi mahasiswa STMIK AKAKOM sangat beragam, baik dari sisi daerah asal mahasiswa maupun kemampuan intelektual yang dimiliki. Jika ditinjau dari sisi kemampuan akademik, di dalam sebuah kelas dengan jumlah mahasiswa yang cukup besar dan berkisar antara 50 hingga 60 orang, terlihat perbedaan yang sangat signifikan. Jumlah mahasiswa yang berprestasi dari kelas tersebut hanyalah beberapa orang jika dibandingkan kelas yang lebih kecil.

Mengingat STMIK AKAKOM adalah sebuah institusi pendidikan yang bergerak di bidang Teknologi Informasi, peneliti berpendapat bahwa mahasiswa AKAKOM pada dasarnya adalah sama seperti mahasiswa dari perguruan tinggi yang lain. Yang dapat membedakan mereka adalah penguasaan teknologi yang berkembang dengan cepat. Ini yang menjadi salah satu pertimbangan utama bagi peneliti

untuk memilih judul dimaksud sebagai bahan penelitian.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menemukan sejauh mana pengaruh penggunaan Teknologi Informasi terhadap kemampuan mahasiswa untuk memanfaatkan dan menerapkannya dalam kehidupannya sehari-hari, terutama dalam menunjang perkuliahan. Berdasarkan penelitian terdahulu, bagian manakah dari aspek kognitif yang membedakan mahasiswa STMIK AKAKOM dengan mahasiswa dari perguruan tinggi yang lain diharapkan dapat terlihat dengan lebih jelas, terutama dalam hal item-item penelitian.

## 2. Tinjauan Pustaka

Churches (2009) secara terperinci telah menganalogikan penggunaan teknologi informasi dalam proses pembelajaran. Fokus utama Churches terdapat pada aspek kognitif meski secara tidak

langsung juga telah mencakup aspek afektif dan aspek psikomotorik seperti yang dijabarkan oleh Bloom dalam Taksonomi Bloom pada tahun 1956.

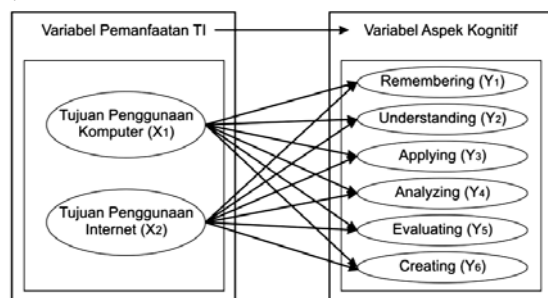
Kriestanto (2008) menemukan bahwa pemanfaatan Teknologi Informasi berkorelasi erat dengan taksonomi Bloom yang dianalogikan oleh Churches (2000). Hasil analisis dengan menggunakan regresi menunjukkan adanya variabel terikat yang secara terpisah tidak memiliki pengaruh terhadap pembelajaran. Akan tetapi, hasil analisis korelasi kanonik menunjukkan bahwa semua variabel, baik variabel bebas maupun variabel terikat, memiliki hubungan yang erat antara satu dengan yang lain.

Kriestanto (2010) juga menemukan bahwa rata-rata aspek kognitif pada mahasiswa S1 dan S2 berbeda. Sebagian besar hasil kuesioner mahasiswa S1 berfokus pada jawaban yang normatif, tidak secara spesifik. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pada beberapa indikator yang ada memiliki hubungan secara implisit dengan aspek afektif dan aspek psikomotorik.

## 2.1 Hipotesis

Adapun analisis penelitian ini masih menggunakan variabel-variabel pada penelitian-penelitian sebelumnya untuk menjaga konsistensi analisisnya.

Dua variabel utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah variabel “Penggunaan TI” dan variabel “Aspek Kognitif”. Oleh karena variabel “Penggunaan TI” memiliki 2 variabel bebas yakni variabel “Tujuan Penggunaan Komputer” dan variabel “Tujuan Penggunaan Internet” sedangkan variabel “Aspek Kognitif” yang dibagi atas 6 variabel terikat berdasarkan taksonomi Bloom, yakni “*Remembering*”, “*Understanding*”, “*Applying*”, “*Analyzing*”, “*Evaluating*”, dan “*Creating*” maka penelitian ini menggunakan metode Korelasi Kanonik untuk menghitung hubungan antara variabel. Diagram analisis Korelasi Kanonik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Analisis Korelasi Kanonik

Berdasarkan Gambar 1.1, maka penelitian ini akan mengajukan beberapa hipotesis, yaitu:

H1. Pemanfaatan Teknologi Informasi berpengaruh terhadap Aspek Kognitif Mahasiswa.

H2. Terdapat hubungan antara Tujuan Penggunaan Komputer dan Tujuan Penggunaan Internet terhadap *Remembering*.

H3. Terdapat hubungan antara Tujuan Penggunaan Komputer dan Tujuan Penggunaan Internet terhadap *Understanding*.

H4. Terdapat hubungan antara Tujuan Penggunaan Komputer dan Tujuan Penggunaan Internet terhadap *Applying*.

H5. Terdapat hubungan antara Tujuan Penggunaan Komputer dan Tujuan Penggunaan Internet terhadap *Analyzing*.

H6. Terdapat hubungan antara Tujuan Penggunaan Komputer dan Tujuan Penggunaan Internet terhadap *Evaluating*.

H7. Terdapat hubungan antara Tujuan Penggunaan Komputer dan Tujuan Penggunaan Internet terhadap *Creating*.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Teknologi Infomasi

Menurut Jogiyanto (2005), Teknologi Informasi (TI) adalah subsistem setiap Sistem Informasi. Sistem Informasi memiliki 6 komponen dan di dalamnya terdapat Teknologi Informasi. Istilah Teknologi Informasi lebih berorientasi ke arah sarana pendukungnya.

Menurut Witanti (2008), Teknologi Informasi merupakan pendukung kapabilitas institusi, termasuk institusi pendidikan. Hal ini mendukung tujuh peran strategis Teknologi Informasi yang dikemukakan oleh Indrajit (2005), empat diantaranya adalah: TI sebagai gudang ilmu pengetahuan, TI sebagai alat bantu pembelajaran, TI sebagai fasilitas pendidikan, dan TI sebagai infrastruktur pendidikan.

### 2.2.2 Penggunaan Teknologi Informasi

Hasil observasi Rockman (2004a) menunjukkan bahwa dengan menerapkan penggunaan *laptop* dan mendapat lebih banyak akses terhadap informasi, akan ada peningkatan dalam tugas-tugas keseharian. Tersedianya berbagai *tool* juga dapat meningkatkan proses pembelajaran, munculnya kemampuan untuk belajar sendiri, dan bertambahnya keahlian dalam hal teknologi terkait. Rockman (2004b) juga menyatakan bahwa dalam

beberapa kasus siswa yang menggunakan *laptop* mendapat nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang tidak memiliki *laptop*, meski tidak terlalu signifikan. Dalam hal ini, penelitian oleh *Apple Education Research* (2002) juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi di kelas akan meningkatkan motivasi untuk mencapai hasil yang lebih baik, memiliki pemahaman yang lebih, dan menunjukkan adanya kemungkinan untuk menerapkan apa yang telah didapat di kemudian hari.

### 2.2.3 Teori Pendidikan

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003, pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara. Pendidikan diselenggarakan dengan memberi keteladanan, membangun kemauan, dan mengembangkan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran.

Menurut Bloom, ada tiga domain utama dalam aktivitas pendidikan, yaitu: kognitif, afektif, dan psikomotorik. Bloom mengkompilasi ketiga domain tersebut menjadi subdivisi yang lebih kecil, mulai dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks (Clark, 2007).

### 2.2.4 Kognitif

Domain kognitif melibatkan pengetahuan dan pengembangan dari keahlian intelektual. Bloom membagi kognitif atas 6 kategori, mulai dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks (Clark, 2007), yaitu:

1. *Knowledge*: mengingat data atau informasi.
2. *Comprehension*: mengerti, menerjemahkan, interpolasi, dan interpretasi atas instruksi dan masalah.
3. *Application*: menggunakan konsep dalam situasi baru. Aplikasi apa yang didapat di dalam kelas ke dalam situasi di tempat kerja.
4. *Analysis*: memisahkan material atau konsep ke dalam komponen-komponen kecil sehingga struktur organisasinya dapat dipahami.
5. *Synthesis*: membangun suatu struktur atau pola dari bermacam-macam elemen, menyatukan semua bagian untuk membentuk satu kesatuan yang utuh, dengan menekankan pada pembuatan arti atau struktur baru.
6. *Evaluation*: memberikan keputusan mengenai nilai pola setiap ide atau materi.

Menurut Turban (2005), kognitif adalah kemampuan untuk merasa dan memahami informasi.

### 2.2.5 Afektif

Clark mengatakan bahwa domain afektif adalah tingkah laku ketika seseorang bertindak secara emosional, seperti perasaan, nilai, apresiasi, antusiasme, motivasi, dan perilaku (Clark, 2007).

### 2.2.6 Psikomotorik

Clark (2007) mengatakan domain psikomotor melibatkan pergerakan fisik dan koordinasi. Salah satu kategori yang dikutip Clark dari Simpson adalah *origination*, yaitu *creating new movement patterns to fit a particular situation or specific problem. Learning outcomes emphasize creativity based upon highly developed skills*.

### 2.2.7 Revisi Taksonomi Bloom dan Analoginya

Keenam kategori pada bagian kognitif Taksonomi Bloom direvisi oleh Anderson & Krathwohl pada tahun 2001 (Churches, 2009) menjadi seperti berikut.

1. *Remember*: Proses mengingat terjadi ketika memori digunakan untuk menghasilkan definisi, fakta atau daftar, atau menyimpan dan mengambil materi.

Analoginya dalam bentuk digital (Churches, 2009) dapat dituang ke dalam bentuk aktivitas yang diperlihatkan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Aktivitas pada tahap Remember (Churches, 2009)

<i>Remembering</i>	Aktivitas yang Mungkin Dilakukan
<i>Recalling specific information (Recall or recognition of specific information).</i>	<i>Quiz/Test (Online tools, WP) Flashcards (Moodle) Definition (WP – bullets and lists, simple Mind maps, wiki, Moodle Glossary) Fact (WP – bullets and lists, Mindmaps, internet, discussion boards, email) Worksheet/book (WP, Mind map, Web, closed activities) Label (WP, graphics tools) List (WP – bullets and lists, Mind map, Web publishing – personal web page, blog journal) Reproduction (WP – note writing &amp; dictation, web publishing personal web</i>
<i>Recognizing, Listing, Describing, Identifying, Retrieving, Naming, Locating/Finding, Bullet pointing, highlighting, bookmarking, social</i>	

networking, Social bookmarking, favouriting/local bookmarking, Searching, googling.	page, blog journal, graphics tools, Chatrooms, email, discussion boards) Bookmarking internet browsers, web 2.0 tools del.icio.us Social Networking – facebook, myspaces Basic Searches – search engines google
---	--

2. *Understand*: Membangun arti fungsi-fungsi yang berbeda baik itu berupa tulisan maupun gambar.

Analoginya dalam bentuk digital (Churches, 2009) dapat dituang ke dalam bentuk aktivitas yang diperlihatkan dalam Tabel 2.2 berikut.

**Tabel 2.2 Aktivitas pada tahap *Understand* (Churches, 2009)**

<i>Understanding</i>	Aktivitas yang Mungkin Dilakukan
<i>Explaining/defining ideas or concepts (Understanding of given information).</i>	<i>Recitation (WP, Mind map, flashcards, presentation tools)</i> <i>Summary (WP, Mind map, web publishing–blog journals &amp; simple page construction collaborative documents, wiki)</i>
<i>Interpreting, Exemplifying, Summarizing, Inferring, Paraphrasing, Classifying, Comparing, Explaining, Advanced searches, boolean searches, blog journaling, twittering, categorizing and tagging, commenting, annotating, subscribing</i>	<i>Collection (WP, Mind map, web publishing–blog journals &amp; simple page construction collaborative documents, wiki)</i> <i>Explanation (WP, Mind map, webpublishing–blog journals &amp; simple page construction collaborative documents, wiki)</i> <i>Show and tell (WP, presentation – online &amp; desktop based, graphics, audio tools – audacity sound recorder &amp; podcasting tools, video tools, Mind map)</i> <i>List (WP, Mind map)</i> <i>Label (WP, Mind map, Graphics, online tools)</i> <i>Outline (WP, Mind map)</i> <i>Advanced and boolean searches –advanced search features – google etc</i> <i>Blog journaling – bloglines, blogger etc</i>

	<i>Diary/Journal (blogging, Myspaces, facebook, bloglines, blogger)</i> <i>Categorizing and tagging – Del.icio.us etc</i> <i>Tagging, comments annotating –noticeboards, discussion boards, threaded discussions, adobe acrobat reader, blog readers, firefox</i> <i>Subscribing – aggregators – bloglines, firefox extensions</i>
--	---

3. *Apply*: Menggunakan sebuah prosedur dengan cara mengeksekusi atau mengimplementasi. *Apply* berkaitan dan menunjuk pada situasi ketika material yang dipelajari digunakan dalam bentuk produk seperti model, presentasi, wawancara, dan simulasi.

Analoginya dalam bentuk digital (Churches, 2009) dapat dituang ke dalam bentuk aktivitas yang diperlihatkan dalam Tabel 2.3 berikut.

**Tabel 2.3 Aktivitas pada tahap *Apply* (Churches, 2009)**

<i>Applying</i>	Aktivitas yang Mungkin Dilakukan
<i>Using information, concepts and ideas in another familiar situation (Using strategies, concepts, principles and theories in new situations).</i>	<i>Illustration (Corel, inkscape, GIMP, Paint, online tools, Comic creation tools – Comic life, historic tale construction kit, hyper comic)</i> <i>Simulation (Floor map, graphic tools, google sketchup, Crocodile software simulating science experiments, Global conflict)</i>
<i>Implementing, Carrying out, Using</i>	<i>Sculpture or Demonstration (Presentation, graphics, screen capture, audio and video conferencing)</i> <i>Presentation – impress, powerpoint, google presentation, Zoho presentation, skype, interactive whiteboard collaboration using e-tools, audio and video conferencing</i> <i>Interview (WP, mind mapper, podcast, vodcast, audacity, sound recorder, collaboration using e-tools,</i>

	<i>skype)</i> <i>Performance (Podcast, vodcast, film, audio and video conferencing, VoIP, audio recording, speech, Powerpoint Show, collaboration using e-tools)</i> <i>Editing – video and sound tools</i> <i>Playing – MMORPG's online games, simulations like Global conflicts</i>
--	--

4. *Analyze*: Memecah material atau konsep menjadi bagian-bagian kecil, menentukan bagaimana bagian-bagian tersebut berelasi, interelasi dari satu ke yang lain, atau terhadap keseluruhan struktur/tujuan. Tindakan mental meliputi membedakan, mengatur, memberi atribut, serta kemampuan untuk membedakan komponen-komponen tersebut.

Analoginya dalam bentuk digital (Churches, 2009) dapat dituang ke dalam bentuk aktivitas yang diperlihatkan dalam Tabel 2.4 berikut.

**Tabel 2.4 Aktivitas pada tahap *Analyze* (Churches, 2009)**

<i>Analyze</i>	Aktivitas yang Mungkin Dilakukan
<i>Breaking information into parts/components to explore/develop/construct understandings and relationships (Breaking information down into its component elements).</i>	<i>Survey (Web based tools – survey monkey, embedded polls and votes, social networking tools etc, WP, Spreadsheet, email, discussion boards, cellphones and texting)</i> <i>Database (relational; databases using DBMS, wikis, Geographical information systems or GIS – Google earth, Google Maps, Flickr, Arcview/explorer)</i>
<i>Comparing, Organizing, Deconstructing, Attributing, Outlining, Structuring, Integrating, Mashing, linking, reverse engineering, cracking, mind-mapping, validating</i>	<i>Abstract (WP, web publishing)</i> <i>Relationship mind maps – Herring or fish bone mind maps, SWOT Analysis, PMI, Venn, 6 Questions-Inspiration, kidspiration, smart ideas, MindmapperReport (WP, DTP, spreadsheet, presentation, web publishing – web page or blog entry</i>

	<i>Graph (Spreadsheet, digitizer, online graphing tools)</i> <i>Spreadsheet (Calc, excel, onlinespreadsheet tools)</i> <i>Checklist (WP, survey tools, online polls, Spreadsheet)</i> <i>Chart (Spreadsheet, digitizer, mind mapping tools, online tools</i>
--	---

5. *Evaluate*: Membuat keputusan berdasarkan kriteria dan standarisasi melalui *checking* dan *critiquing*.

Analoginya dalam bentuk digital (Churches, 2009) dapat dituang ke dalam bentuk aktivitas yang diperlihatkan dalam Tabel 2.5 berikut.

**Tabel 2.5 Aktivitas pada tahap *Evaluate* (Churches, 2009)**

<i>Evaluate</i>	Aktivitas yang Mungkin Dilakukan
<i>Justifying a decision, solution, answer or course of action (Judge/evaluate/analyze the value of ideas, concepts, materials and methods by developing/constructing and applying standards and criteria).</i>	<i>Debate (WP, sound recorder, podcasting or vodcasting, Mind mapping – inspiration, free mind, Chatrooms, IM, email, Discussion boards, video and Phone conferencing [skype, IM])</i> <i>Panel (WP, chatrooms, IM, email, Discussion boards, Video and phone conferencing, Collaboration tools)</i> <i>Report (WP or web published – Report, blog entry, wiki entry, web page, DTP, Presentation, Camera)</i>
<i>Checking, Hypothesizing, Critiquing, Experimenting, Judging, Testing, Detecting, Monitoring (Blog/vlog), commenting, reviewing, posting, moderating, collaborating, networking, reflecting, (Alpha &amp; beta) testing.</i>	<i>Evaluation (WP or web published – report blog entry, wiki entry, web page, DTP, Mind Map Presentation, camera)</i> <i>Investigation (Internet, Online tools, camera, WP, GIS[Google earth, Google Maps, Flickr Arcview/explorer])</i> <i>Verdict (WP etc)</i> <i>Conclusion (WP, DTP, Presentation)</i> <i>Persuasive speech (WP, Sound recorder, reason!able – argument software, Mind map – presentation mode)</i>



	<i>Commenting, moderating Reviewingposting – discussion boards, forums, blog, wiki's, twitter, threaded discussions, bulletinboards, chatrooms</i> <i>Collaborating: discussion boards, forums, blog, wiki's, twitter, threaded discussions, bulletin boards, chatrooms, videoconferencing, chatrooms, instant messaging, video messaging audio conferencing</i> <i>Networking – social networking tools, audio and video conferencing, email threads,telecommunications, instant messaging, live classrooms</i>
--	--

6. *Create*: Menyatukan semua elemen untuk membentuk suatu fungsi atau logika yang utuh; mengorganisasi ulang elemen menjadi suatu pola atau struktur baru dengan *generating, planning*, atau *producing*.

Analoginya dalam bentuk digital (Churches, 2009) dapat dituang ke dalam bentuk aktivitas yang diperlihatkan dalam Tabel 2.6 berikut.

**Tabel 2.6 Aktivitas pada tahap *Create* (Churches, 2009)**

<i>Creating</i>	Aktivitas yang Mungkin Dilakukan
<i>Generating/creating new ideas, products, or ways of viewing things (Putting together/combining ideas, concepts or elements to develop/construct/build an original idea or engage/stimulate in creative thinking).</i>	Film ( <i>Movie maker, Pinnacle Studio, Adobe premiere, Adobe elements, Online tools, www.pinnacleshare.com</i> ) Presentation ( <i>presentation tools – Powerpoint, Impress, Zoho presentation tool, Photostory, Google present. Comic creation tools – comic life, hypercomic, online tools</i> ) Story ( <i>WP or web published – mixbooks etc, DTP, Presentation, podcasting, photostory, voicethread, Comic creation tools – comic life, historic tale construction kit, Animations – www.dvolver.com</i> ) Project ( <i>WP, Ganttproject for Gantt charts and PERT</i> )
<i>Designing, Constructing, Planning, Producing, Inventing, Devising, Making,</i>	

<i>Building, Programming, Filming, Animating, Blogging, Video Blogging, Mixing, Remixing, Wiki-ing, Publishing, Videocasting, Podcasting, Directing/producing</i>	<i>Charts, Openproj for gantt, Pert and critical pathways) calendars, flow charts [inspiration, freemind, C-Map , smartideas], mind maps) Blogging video blogging – Blogging tool, blogger, wordpress, edublogs, classroom blogmiester, bloglines</i> <i>Vodcast, podcast videocasting screen casting – voice thread, blogging tool, skype, collaborastion and classroom tools</i> <i>Plan (Inspiration, Cmap, free mind, WP, Calendar)</i> <i>New game (Gamemaker, RPGmaker)</i> <i>Model (Sketchup, Blender, Maya3D PLE, AutoCAD)</i> <i>Song (finale notepad, WP, Sound recorder, Audacity, podcasting, recording narration in presentations [photostory 3, powerpoint, impress] Online tools</i> <i>Media product (DTP, Movie maker, Corel, GIMP, Paint.net, Flash, Podcasting Advertisement (DTP, Corel, GIMP, Paint.net, Movie maker, Alice, Flash, Podcasting)</i> <i>Painting (Corel, Paint, GIMP, Paint.net, Tuxpaint online tools – <a href="http://www.picnik.com">http://www.picnik.com</a> <a href="http://www.ajaxwrite.com/">http://www.ajaxwrite.com/</a>)</i>
---	---

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan dari penelitian ini terdiri atas:

- Jenis data: meliputi data kualitatif yang merupakan data yang diperoleh dari keterangan responden mengenai pemanfaatan TI dan aspek-aspek dalam tiap tahapan kognitif.
- Sumber data: meliputi data primer yang didapat dari responden, dan data sekunder yang didapat dari kajian pustaka, hasil penelitian terdahulu, dan berbagai sumber di internet.

### 3.2 Alat Penelitian

Dalam mengumpulkan data, akan digunakan teknik survei sehingga dibuat sebuah kuesioner yang disusun berdasarkan konstruk-konstruk dari teori-teori yang telah ada. Penelitian ini akan menggunakan statistik untuk menghitung pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel tetap.

### 3.3 Jalan Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian diawali dengan membentuk menambahkan item-item kuesioner yang telah ada dari penelitian sebelumnya.
2. Item-item tersebut kemudian melalui proses *pre-test* dan uji validitas dan reliabilitas dan disebarkan ke sampel yang sebenarnya.
3. Semua data dari sampel yang diperoleh diolah dengan untuk melihat pengaruh dari variabel bebas terhadap setiap variabel tetap dengan menggunakan perangkat-lunak SPSS.

### 3.4 Populasi

Populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas: obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang diterapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2008, h.117) atau juga bisa disebut sebagai sekumpulan data yang mengidentifikasi suatu fenomena (Santoso, 2008, h.4). Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah mahasiswa STMIK AKAKOM Yogyakarta sejumlah 150 orang.

### 3.5 Sampel dan Jumlah Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono, 2008, h.118; Santoso, 2008, h.5).

Roscoe (Sugiyono, 2008, h.131) menyarankan bahwa sampel yang layak untuk *multivariate* minimal 10 kali jumlah variabel bebas dan variabel terikatnya. Oleh karena penelitian ini memiliki 6 variabel terikat dan 2 variabel bebas, maka sampel minimum adalah 80 sampel. Dalam penelitian ini digunakan 150 mahasiswa jurusan Teknik Informatika STMIK AKAKOM Yogyakarta.

### 3.6 Teknik Sampling

Teknik sampling yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *simple purposive sampling* dimana anggota sampel diambil dari populasi yang bersifat homogen.

### 3.7 Skala Pengukuran

Skala pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah skala Likert berupa skor 1 hingga 5 dengan arti sebagai berikut:

- 1 = tidak pernah
- 2 = jarang
- 3 = kadang-kadang
- 4 = sering
- 5 = selalu

### 3.8 Variabel dan Indikator Penelitian

Indikator dari variabel "Pemanfaatan TI" yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tujuan Penggunaan Komputer ( $X_1$ ) dan Tujuan Penggunaan Internet ( $X_2$ ).

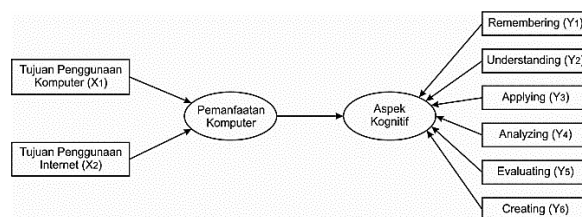
Penelitian ini juga menggunakan teori Bloom's *Digital Taxonomy* yang dicetuskan oleh Churches (2009) sebagai variabel terikat. Pada revisi taksonomi Bloom, Kognitif dibagi menjadi enam indikator, yaitu: *Remembering* ( $Y_1$ ), *Understanding* ( $Y_2$ ), *Applying* ( $Y_3$ ), *Analyzing* ( $Y_4$ ), *Evaluating* ( $Y_5$ ), dan *Creating* ( $Y_6$ ).

Adapun konstruk-konstruk dari variabel bebas dan variabel terikat dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel dan Indikator Penelitian

Tipe Variabel	Variabel	Indikator	Kode
Bebas	Pemanfaatan Komputer	Tujuan Penggunaan Komputer	$X_1$
		Tujuan Penggunaan Internet	$X_2$
Terikat	Aspek Kognitif	<i>Remembering</i>	$Y_1$
		<i>Understanding</i>	$Y_2$
		<i>Applying</i>	$Y_3$
		<i>Analyzing</i>	$Y_4$
		<i>Evaluating</i>	$Y_5$
		<i>Creating</i>	$Y_6$

Adapun hubungan antara variabel dan indikator tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Hubungan antara Variabel dan Indikator Penelitian

Bentuk korelasi kanonik yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$(Y_1+Y_2+Y_3+Y_4+Y_5+Y_6)=(X_1+X_2) \quad (3.1)$$

Untuk menghitung besar hubungan satu variabel terikat dengan banyak variabel bebas digunakan Regresi Linear Berganda.

$$Y_1 = a_{11} + b_{11}X_1 + b_{12}X_2 \quad (3.2)$$

$$Y_2 = a_{21} + b_{21}X_1 + b_{22}X_2 \quad (3.3)$$

$$Y_3 = a_{31} + b_{31}X_1 + b_{32}X_2 \quad (3.4)$$

$$Y_4 = a_{41} + b_{41}X_1 + b_{42}X_2 \quad (3.5)$$

$$Y_5 = a_{51} + b_{51}X_1 + b_{52}X_2 \quad (3.6)$$

$$Y_6 = a_{61} + b_{61}X_1 + b_{62}X_2 \quad (3.7)$$

## 4. Hasil Penelitian

### 4.1. Analisis Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Keseluruhan item dan variabel yang terdapat di dalam penelitian ini diuji menggunakan *Bivariate Correlation* dengan metode Pearson dan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 1%.

**Tabel 4.1. Hasil Uji Variabel Tujuan Penggunaan Komputer**

Penggunaan Komputer			
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
T1	.462**	.001	50
T2.1	.543**	.000	50
T2.2	.531**	.000	50
T2.3	.645**	.000	50
T2.4	.587**	.000	50
T2.5	.519**	.000	50
T2.6	.480**	.000	50
T2.7	.773**	.000	50
T2.8	.494**	.000	50
T2.9	.379**	.007	50
Penggunaan Komputer	1		50

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Pada variabel “Tujuan Penggunaan Komputer” ( $X_1$ ) terdapat 10 item pertanyaan yang diuji dengan metode *Bivariate*. Dari hasil uji pada Tabel 4.1 terlihat bahwa semua item variabel tersebut mendapat tingkat keyakinan > 99% (Sig. 0,01).

**Tabel 4.2 Hasil Uji Variabel Tujuan Penggunaan Internet**

Penggunaan Internet			
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
T3.1	.765**	.000	50
T3.2	.708**	.000	50
T3.3	.771**	.000	50
T3.4	.499**	.000	50
T3.5	.611**	.000	50
T3.6	.676**	.000	50
T3.7	.676**	.000	50
Penggunaan Internet	1		50

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Variabel “Tujuan Penggunaan Internet” ( $X_2$ ) memiliki 7 item pertanyaan yang menyangkut penggunaan Internet secara umum. Dari hasil uji pada Tabel 4.2 terlihat bahwa semua item pertanyaan memiliki signifikansi 0,01 sehingga semua hasil item tersebut valid.

**Tabel 4.3 Hasil Uji Variabel Remembering**

Remembering			
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
K1	.678**	.000	50
K2	.624**	.000	50
K3	.586**	.000	50
K4	.492**	.000	50
K5	.746**	.000	50
K6	.631**	.000	50
K7	.745**	.000	50
K8	.562**	.000	50
K9	.617**	.000	50
K10	.437**	.001	50
Remembering	1		50

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Variabel “*Remembering*” ( $Y_1$ ) memiliki 10 item pertanyaan yang diuji dengan menggunakan metode Pearson. Dari hasil Tabel 4.3 terlihat bahwa semua item memiliki tingkat keyakinan lebih dari 99%.

**Tabel 4.4 Hasil Uji Variabel Understanding**

Understanding			
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
K11	.609**	.000	50
K12	.469**	.001	50
K13	.580**	.000	50
K14	.534**	.000	50
K15	.714**	.000	50
K16	.669**	.000	50
K17	.679**	.000	50
K18	.469**	.001	50
K19	.726**	.000	50
K20	.727**	.000	50
K21	.702**	.000	50
K22	.766**	.000	50
K23	.788**	.000	50
K24	.830**	.000	50
Understanding	1		50

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Variabel “*Understanding*” ( $Y_2$ ) memiliki 14 item pertanyaan yang diuji. Hasil uji yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa semua item valid karena tingkat keyakinannya lebih besar dari 99%.

Tabel 4.5 Hasil Uji Variabel *Applying*

Applying			
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
K25	.787**	.000	50
K26	.701**	.000	50
K27	.524**	.000	50
K28	.716**	.000	50
K29	.535**	.000	50
K30	.600**	.000	50
K31	.544**	.000	50
K32	.500**	.000	50
K33	.509**	.000	50
K34	.639**	.000	50
K35	.696**	.000	50
Applying	1		50

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Hasil uji variabel “*Applying*” ( $Y_3$ ), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa semua 11 item penelitian valid karena memiliki signifikansi kurang dari 0,01.

Tabel 4.6 Hasil Uji Variabel *Analyzing*

Analyzing			
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
K36	.775**	.000	50
K37	.743**	.000	50
K38	.772**	.000	50
K39	.761**	.000	50
K40	.485**	.000	50
Analyzing	1		50

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Variabel “*Analyzing*” ( $Y_4$ ) hanya memiliki 5 item pertanyaan dan hasil uji pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa semua itemnya valid dengan signifikansi 0,01.

Tabel 4.7 Hasil Uji Variabel *Evaluating*

Evaluating			
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
K41	.758**	.000	50
K42	.767**	.000	50
K43	.772**	.000	50
K44	.705**	.000	50
K45	.722**	.000	50
K46	.640**	.000	50
K47	.595**	.000	50
K48	.575**	.000	50
K49	.760**	.000	50
Evaluating	1		50

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Variabel “*Evaluating*” ( $Y_5$ ) memiliki 9 item pertanyaan yang kesemuanya valid dengan signifikansi 0,01. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.8 Hasil Uji Variabel *Creating*

Creating			
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
K50	.750**	.000	50
K51	.750**	.000	50
K52	.615**	.000	50
K53	.460**	.001	50
K54	.510**	.000	50
K55	.647**	.000	50
Creating	1		50

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Variabel “*Creating*” ( $Y_6$ ) memiliki 6 item pertanyaan yang juga semuanya valid. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Berdasarkan hasil uji validitas terhadap 72 item pertanyaan penelitian seperti yang telah diperlihatkan sebelumnya, semua variabel dan semua item pertanyaan dalam penelitian ini adalah valid dengan nilai signifikansi 0,01.

Uji reliabilitas dilakukan dengan membandingkan nilai  $r_{\text{tabel}}$  dengan  $r_{\text{hitung}}$  (*Cronbach Alpha*). Berdasarkan tabel statistik nilai signifikansi  $r_{\text{tabel}}$  untuk derajat kebebasan untuk 50 sampel adalah 0,3542 dengan signifikansi 0,01. Triton (2006) mengatakan bahwa suatu variabel terbukti reliabel jika nilai alfa Cronbach lebih besar dari nilai  $r_{\text{tabel}}$ .

Perhitungan  $r_{\text{hitung}}$  dengan menggunakan SPSS 20 untuk setiap variabel dengan semua item pada variabel tersebut diperoleh hasil seperti yang terlihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Analisis Reliabilitas Variabel

Variabel	$r_{\text{hitung}}$	Keterangan
Tujuan Penggunaan Komputer	0,772	Reliabel
Tujuan Penggunaan Internet	0,845	Reliabel
<i>Remembering</i>	0,842	Reliabel
<i>Understanding</i>	0,914	Reliabel
<i>Applying</i>	0,859	Reliabel
<i>Analyzing</i>	0,837	Reliabel
<i>Evaluating</i>	0,887	Reliabel
<i>Creating</i>	0,768	Reliabel

Dari hasil tersebut, semua  $r_{\text{hitung}}$  dari semua variabel lebih besar dari nilai  $r_{\text{tabel}}$ . Menurut Triton (2006), sebuah variabel disebut reliabel apabila nilai  $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$ . Dengan demikian berdasarkan Tabel 4.9 semua variabel pada penelitian ini reliabel.

## 4.2. Pembuktian Hipotesis dan Korelasi Kanonik

### 4.2.1 Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis ini dilakukan dengan metode regresi linear dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Hasil uji regresi dari hasil keluaran SPSS dirangkum dan dapat dilihat pada Tabel 4.10 sebagai berikut.

**Tabel 4.10 Hasil Uji Regresi**

Persamaan	$a_{11}$	$b_{11}$	$b_{12}$	Sig.
$Y_1 = a_{11} + b_{11}X_1 + b_{12}X_2$	0,861	0,116	0,621	0,00
$Y_2 = a_{21} + b_{21}X_1 + b_{22}X_2$	-0,038	0,280	0,538	0,00
$Y_3 = a_{31} + b_{31}X_1 + b_{32}X_2$	-0,023	0,331	0,436	0,00
$Y_4 = a_{41} + b_{41}X_1 + b_{42}X_2$	0,025	0,196	0,544	0,00
$Y_5 = a_{51} + b_{51}X_1 + b_{52}X_2$	0,015	0,062	0,624	0,00
$Y_6 = a_{61} + b_{61}X_1 + b_{62}X_2$	-0,898	0,437	0,455	0,00

Berdasarkan Tabel 4.10 terlihat bahwa signifikansi bersama semuanya berada di bawah 0,01. Itu artinya variabel “Tujuan Penggunaan Komputer” dan variabel “Tujuan Penggunaan Internet” secara bersama-sama mempengaruhi setiap variabel terikatnya.

### 4.2.2. Korelasi Kanonik

#### Canonical Correlations

1	.767
2	.258

#### Test that remaining correlations are zero:

	Wilk's	Chi-SQ	DF	Sig.
1	.384	137.448	12.000	.000
2	.933	9.916	5.000	.078

**Gambar 4.1 Nilai Korelasi Kanonik dan Wilk's Lambda**

Wilk's Lambda pada hasil perhitungan Korelasi Kanonik digunakan untuk mengukur signifikansi hubungan antara variabel bebas secara keseluruhan dengan variabel terikat secara keseluruhan (Nugroho, 2004).

Nilai korelasi Kanonik yang sangat besar (0,767) dan nilai Wilk's Lambda sebesar 0,384 memiliki signifikansi kurang dari 0,01. Dari hasil ini dapat dikatakan adanya korelasi yang sangat signifikan antara Pemanfaatan TI dengan Aspek Kognitif.

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dikatakan bahwa secara bersama-sama Pemanfaatan TI (Tujuan Penggunaan Komputer, Tujuan Penggunaan Internet) berpengaruh positif terhadap Aspek Kognitif mahasiswa (*Remembering, Understanding, Applying, Analyzing, Evaluating, Creating*). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hipotesis H1 diterima.

## 4.3. Analisis Akhir Penelitian

Hasil analisa data responden yang diperoleh baik data-data yang digunakan untuk uji validitas dan reliabilitas maupun yang digunakan untuk analisis ketujuh hipotesis, secara rata-rata tidak terdapat perbedaan nilai yang signifikan. Perbedaan nilai yang mencolok menunjukkan tingkat pemahaman (kognitif) dan penggunaan yang berbeda. Hal ini terlihat jelas pada kedua variabel bebas, yakni variabel “Tujuan Penggunaan Komputer” dan variabel “Tujuan Penggunaan Internet” seperti yang ditampilkan oleh Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Dari kedua tabel tersebut terlihat bahwa baik pada nilai minimum, nilai maksimum, maupun rata-rata tidak terdapat variasi yang cukup mencolok, kecuali pada variabel “*Creating*” yang dapat mencapai nilai maksimum. Hal ini dapat disebabkan karena semua mahasiswa responden berasal dari satu jurusan dan di sekolah tinggi yang sama.

**Tabel 4.11 Statistik Sebaran Nilai Kuesioner (Dari Hasil Uji Validitas-Reliabilitas)**

Descriptive Statistics						
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Penggunaan Komputer	50	2.30	2.20	4.50	3.4920	.49563
Penggunaan Internet	50	4.71	.00	4.71	3.3943	.68089
Remembering	50	4.70	.00	4.70	3.4740	.73285
Understanding	50	4.36	.00	4.36	2.8786	.76008
Applying	50	4.27	.00	4.27	2.7527	.75772
Analyzing	50	4.00	.00	4.00	2.5920	.75589
Evaluating	50	4.33	.00	4.33	2.4778	.78254
Creating	50	3.83	.00	3.83	2.2333	.69089
Valid N (listwise)	50					

**Tabel 4.12 Statistik Sebaran Nilai Kuesioner**

Descriptive Statistics						
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Penggunaan Komputer	149	2.40	2.20	4.60	3.6268	.43459
Penggunaan Internet	149	4.86	.00	4.86	3.5973	.63020
Remembering	149	4.80	.00	4.80	3.5168	.66081
Understanding	149	4.36	.00	4.36	2.9132	.68796
Applying	149	4.82	.00	4.82	2.7480	.65352
Analyzing	149	4.40	.00	4.40	2.6940	.64831
Evaluating	149	4.33	.00	4.33	2.4840	.73930
Creating	149	5.00	.00	5.00	2.3210	.68200
Valid N (listwise)	149					

Pada penelitian sebelumnya (Kriestanto, 2008) terdapat beberapa item pertanyaan yang gugur karena memiliki bobot yang sangat kecil. Pada penelitian kali ini semua item yang gugur tersebut sengaja ditampilkan kembali untuk menguji tingkat kemampuan mahasiswa di STMIK AKAKOM. Dari hasil kuesioner justru diperoleh kalau semua item pertanyaan menjadi valid dan reliabel. Ada beberapa faktor yang dapat menjadi pemicunya. Yang pertama adalah karena kuesioner diserahkan pada waktu kuliah. Cara ini adalah cara paling cepat mendapatkan responden namun dianggap kurang baik karena responden dapat memberikan respon yang tidak obyektif. Pemicu kedua adalah karena item penelitian yang cukup banyak menyebabkan responden memberikan jawaban seadanya tanpa

membacanya terlebih dahulu. Pemicu terakhir yang patut dipertimbangkan adalah karena mahasiswa tersebut memang menjawab kuesioner itu dengan sebenar-benarnya.

Dari ketiga dugaan tersebut, jika didasarkan pada hasil pengamatan, adalah sangat mungkin jika pemicu pertama-lah yang menjadi sebab dari tingginya nilai respon yang berimbas secara langsung ke arah validitas semua item kuesioner.

Dari hasil perhitungan frekuensi nilai yang muncul, ditemukan bahwa item-item kuesioner yang paling banyak berhubungan dengan variabel “Tujuan Penggunaan Komputer”, “Tujuan Penggunaan Internet”, “*Remembering*”, dan “*Understanding*” yang bernilai paling tinggi hingga item-item kuesioner setelah itu lebih fluktuatif dan cenderung menurun. Pola ini menunjukkan bahwa masih rendahnya tahapan analisis dan proses penciptaan kreasi yang baru di kalangan mahasiswa. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Kriestanto, 2008) hal ini dapat dikatakan bukan sesuatu hal yang baru terjadi. Karena proses menganalisa dan menciptakan sebuah kreasi memerlukan proses pembelajaran yang lama dan tidak dapat terjadi dalam waktu yang singkat.

Berdasarkan hasil penjumlahan nilai dari setiap item kuesioner, item penelitian yang mendapat jumlah terbanyak adalah item yang menanyakan mengenai pencarian dengan menggunakan *search engine* dengan total nilai 681, sebagian besar responden menjawab item K9 dengan “Selalu” (bobot poin 5) yang dapat disebabkan oleh karena berbagai hal seperti pemberian tugas-tugas kuliah oleh dosen; dan item yang mendapat jumlah paling sedikit adalah item yang menanyakan mengenai apakah mahasiswa pernah menjual perangkat lunak/musik/video/animasi yang dibuat sendiri. Diperkirakan bahwa rendahnya nilai item ini disebabkan oleh masih sedikitnya responden yang sudah terlibat dalam dunia kerjasehingga sebagian besar menjawab dengan “Tidak pernah” (bobot poin 1).

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih belum banyak mahasiswa STMIK AKAKOM yang belum terasah kemampuan analisisnya sehingga pada akhirnya menyebabkan proses kreatifitas menjadi terhambat dan ikut menghambat proses penciptaan (“*Creating*”).

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis statistik, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Pemanfaatan Teknologi Informasi mempengaruhi kemampuan kognitif mahasiswa STMIK AKAKOM Yogyakarta
2. Semua hipotesis dalam penelitian ini dapat diterima karena signifikansinya kurang dari 0,01.
3. Taksonomi Bloom dengan menggunakan Analogi Churches dapat diterapkan di STMIK AKAKOM Yogyakarta.
4. Kemampuan mahasiswa STMIK AKAKOM di bidang analisis (“*Analyzing*”) masih kurang sehingga berimbas ke bidang kreasi (“*Creating*”) yang cenderung menjadi sangat kecil.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Apple Education Research, (2002), “*The Impact of Technology on Student’s Achievement*”, <http://www.apple.com/education/research/index2.html>, Diakses tanggal 17 Maret 2008, Pukul 10.14
- [2] Churches, A, (2009), “*Bloom’s Digital Taxonomy*”, <http://edorigami.wikispaces.com/space/showimage/bloom's+Digital+taxonomy+v3.01.pdf>, Diakses tanggal 17 Oktober 2011, Pukul 09.09
- [3] Clark, D, (2007), “*Learning Domains or Bloom’s Taxonomy*”, <http://www.nwlink.com/~donclark/learning/learning.html>, Diakses tanggal 29 Mei 2008, Pukul 12.03
- [4] Indrajit, Richardus Eko, (2005), “*Peranan Strategis Teknologi Informasi dalam Pendidikan Dasar dan Menengah*”, Sistem Informasi, Penerbit Informatika, Bandung
- [5] Jogiyanto, (2005), “*Sistem Teknologi Informasi*”, Penerbit Andi, Yogyakarta
- [6] Kriestanto, D, (2008), “*Pengaruh Pemanfaatan Teknologi Informasi terhadap Aspek kognitif Mahasiswa berdasarkan Bloom’s Digital Taxonomy*”, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak dipublikasikan)
- [7] Kriestanto, D, (2010), “*Analisa Korelasi Kanonik pada Proses Pembelajaran dengan Pemberdayaan Teknologi Informasi*”, Proceeding SRITI Edisi V (?), STMIK AKAKOM, Yogyakarta
- [8] Nugroho, Eko, (2004), “*Aspek Kognitif dalam Desain Situs Berita Harian di Internet*”, Disertasi tidak dipublikasikan, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada

- [9] Rockman, S, (2004a), "*Kamehameha School Maui Laptop Project: Findings from Classroom Observation and Teacher Interview*", <http://www.rockman.com>, Diakses tanggal 17 Maret 2008. Pukul 10.22
- [10] Rockman, S, (2004b), "*Year Three: Students at Center of Learning*", <http://www.microsoft.com/Education/aalresearch3.msp>, Diakses tanggal 17 Maret 2008, Pukul 10.34
- [11] Santoso, Singgih, (2008), *Panduan Lengkap Menguasai SPSS 16*, Jakarta: Elex Media Komputindo
- [12] Sugiyono, (2008), "*Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*", Bandung: Penerbit Alfabeta
- [13] Triron P.B., (2006), "*SPSS 13 Terapan: Riset Statistik Parametrik*", Yogyakarta: Penerbit Andi
- [14] Turban, E; Eronson J; Liang T. P; McCarthy R. V., (2005), "*Decision Support System and Intelligent System*", Fifth Edition, Pearson Education Inc., New Jersey
- [15] Witanti, W, (2008), "*Teknologi Informasi yang Mendukung Pengelolaan Institusi Pendidikan*", Makalah-Makalah Sistem Informasi, Penerbit Informatika, Yogyakarta

#### [CV Penulis]

Danny Kriestanto, menyelesaikan studi S1 dari jurusan Teknik Informatika di Universitas Kristen Duta Wacana pada tahun 2005 dan mengikuti program Strata-2 Universitas Gadjah Mada dengan mengambil Magister Teknologi Informasi pada tahun 2008. Hingga saat ini bekerja sebagai dosen di STMIK AKAKOM Yogyakarta.

# **ANALISA PENGARUH BUDAYA ORGANISASI, KEPEMIMPINAN DAN TUNJANGAN PENGABDIAN DENGAN MOTIVASI SEBAGAI VARIABEL INTERVENING TERHADAP KINERJA DOSEN DI STMIK AKAKOM YOGYAKARTA**

**Dara Kusumawati**

*STMIK AKAKOM*

*E-mail : dara@akakom.ac.id*

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Budaya organisasi, Kepemimpinan dan tunjangan pengabdian berpengaruh terhadap kinerja dosen di STMIK AKAKOM Yogyakarta dengan motivasi kerja sebagai variabel intervening. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer. Metode pengumpulan data menggunakan kuesioner. Responden yang ditetapkan adalah dosen tetap STMIK AKAKOM Yogyakarta dengan jumlah sampel sebanyak 45 responden.

Metoda yang digunakan untuk menganalisis data adalah analisis deskriptif, analisis inferensial dan analisis jalur.

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa budaya organisasi, kepemimpinan dan tunjangan pengabdian baik secara parsial maupun secara bersama-sama berpengaruh tapi tidak signifikan terhadap motivasi kerja. Selanjutnya budaya organisasi, kepemimpinan, tunjangan pengabdian dan motivasi baik secara parsial maupun secara bersama-sama berpengaruh tidak signifikan terhadap kinerja dosen.

Motivasi kerja berperan meningkatkan total effect pengaruh budaya organisasi terhadap kinerja dosen, pengaruh kepemimpinan terhadap kinerja dosen dan pengaruh tunjangan pengabdian terhadap kinerja dosen.

*Kata Kunci : Budaya organisasi, Kepemimpinan, Tunjangan pengabdian, Motivasi, Kinerja*

## **1. Pendahuluan**

Perkembangan dunia pendidikan di Indonesia tidak dapat terlepas dari pengaruh globalisasi. Persaingan di lingkungan pendidikan tinggi bidang informatika dan komputer atau sekarang lebih dikenal sebagai bidang *information and communication technology (ICT)* telah semakin meningkat. Tuntutan masyarakat terhadap mutu perguruan tinggi sebagai akibat dari globalisasi menuntut mutu perguruan tinggi harus baik dan memenuhi standar mutu yang sudah ditetapkan. Pemerintah dengan Peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan pada pasal 2 menyatakan bahwa untuk penyelenggaraan setiap satuan pendidikan harus mengacu delapan standar mutu pendidikan, di samping itu juga seperti yang

diamanatkan dalam UU Nomor 37 Tahun 2009 tentang Guru dan Dosen.

Budaya organisasi yang produktif adalah budaya yang dapat menjadikan organisasi menjadi kuat dan tujuan organisasi dapat terakomodasi. di STMIK AKAKOM budaya organisasi belum mendorong kompetensi yang sehat terhadap dosen.

Kepemimpinan akan berhasil dalam mencapai tujuan organisasi karena salah satunya dipengaruhi oleh sifat positif yang dimiliki pemimpin tersebut. Fungsi pengawasan terhadap kinerja dosen yang dilakukan kepemimpinan di STMIK AKAKOM masih kurang maksimal hal ini terlihat pada belum jelasnya pemberian penghargaan dan sanksi terhadap kinerja dosen ketegasan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi masih kurang dari harapan para pegawai.



Tunjangan pengabdian di STMIK AKAKOM diberikan kepada dosen sebagai penghargaan atas tingkat kehadiran dosen di kampus. Jumlah jam kerja dan waktu jam kerja antara dosen dengan pegawai non edukatif sama.

Motivasi dosen di STMIK AKAKOM untuk peningkatan kinerja terlihat dari adanya beberapa dosen yang tidak menyelesaikan pekerjaan sesuai target baik pekerjaan dibidang pengajaran, penelitian maupun pengabdian kepada masyarakat.

Kinerja dosen pada suatu perguruan tinggi merupakan perilaku nyata yang ditampilkan setiap dosen sebagai prestasi kerja yang dihasilkan oleh dosen tersebut sesuai dengan peranannya. Permasalahan kinerja dosen di STMIK AKAKOM terkait dengan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Permasalahan dibidang pendidikan dan pengajaran dimana dosen sering mengajar tidak tepat waktu, prosentase jumlah jam mengajar persemester rata-rata hanya memenuhi batas minimal yang ditetapkan sekolah tinggi, bahan ajar yang dihasilkan sangat terbatas. Permasalahan dibidang penelitian adalah penelitian dosen dan jumlah penulisan di jurnal ilmiah yang masih rendah. Permasalahan pada pengabdian kepada masyarakat adalah pengabdian dosen kepada masyarakat yang mandiri masih rendah tiap tahunnya dan ada permasalahan pada tingkat kehadiran dosen di kampus yang masih ada di kisaran batasan minimal yang diperbolehkan sehingga hal ini akan mengurangi kepuasan mahasiswa sehubungan dengan proses pembimbingan yang dilakukan oleh dosen terhadap mahasiswa.

Dari permasalahan tersebut, maka peneliti akan melakukan penelitian mengenai analisa pengaruh budaya organisasi, kepemimpinan dan tunjangan pengabdian dengan motivasi sebagai variabel intervening terhadap kinerja dosen di STMIK AKAKOM Yogyakarta.

## 2. Dasar Teori

Budaya organisasi adalah sebuah sistem makna bersama yang dianut oleh para anggota yang membedakan suatu organisasi dengan organisasi lainnya (Robbins, 2008:256).

1. Ada tujuh karakteristik utama yang secara keseluruhan merupakan hakekat budaya sebuah organisasi :
2. Inovasi dan keberanian mengambil resiko, Sejauh mana karyawan didorong untuk bersikap inovatif dan berani mengambil resiko
3. Perhatian pada hal-hal rinci, Sejauh mana karyawan diharapkan menjalankan presisi, analisis, dan perhatian pada hal-hal detail

4. Orientasi hasil, Sejauh mana manajemen berfokus lebih pada hasil ketimbang pada teknik dan proses yang digunakan untuk mencapai hasil tersebut
5. Orientasi orang, Sejauh mana keputusan-keputusan manajemen mempertimbangkan efek dari hasil tersebut atas orang yang ada dalam organisasi
6. Orentasi tim, Sejauh mana kegiatan-kegiatan kerja diorganisasi pada tim ketimbang pada individu-individu
7. Keagresifan, Sejauh mana orang bersikap agresif dan kompetitif ketimbang santai
8. Stabilitas, Sejauh mana kegiatan-kegiatan organisasi menekankan dipertahankannya status quo dalam perbandingannya dengan pertumbuhan. (Robbins, 2008:256)

Teori Sifat kepemimpinan (*trait theories of leadership*) adalah teori-teori yang mempertimbangkan berbagai sifat dan karakteristik pribadi yang membedakan para pemimpin dari mereka yang bukan pemimpin. (Robbins, 2008:49)

Menurut Edwin Ghiselli dalam Handoko (2011:297) sifat-sifat penting untuk kepemimpinan efektif adalah :

1. Kemampuan dalam kedudukannya sebagai pengawas (*supervisory ability*) atau pelaksanaan fungsi-fungsi dasar manajemen, terutama pengarah dan pengawasan pekerjaan orang lain.
2. Kebutuhan akan prestasi dalam pekerjaan, mencakup pencarian tanggung jawab dan keinginan sukses.
3. Kecerdasan, mencakup kebijakan, pemikiran kreatif dan daya pikir.
4. Ketegasan (*decisiveness*) atau kemampuan untuk membuat keputusan-keputusan dan memecahkan masalah-masalah dengan cakap dan tepat.
5. Kepercayaan diri, atau pandangan terhadap dirinya sebagai kemampuan untuk menghadapi masalah.
6. Inisiatif, atau kemampuan untuk bertindak tidak tergantung, mengembangkan serangkaian kegiatan dan menemukan cara-cara baru atau inovasi.

Menurut Peraturan Yayasan Pendidikan Widya bakti No. 01 dan No. 02 Tahun 1993 Tunjangan Pengabdian adalah tunjangan yang diberikan kepada pegawai STMIK AKAKOM baik bagi pegawai edukatif maupun non edukatif berdasarkan jumlah kehadiran di kampus.

Menurut Moeherton (2010:169) Imbalan dapat ditetapkan atau diberikan berdasarkan hal berikut :

1. Waktu kerja (time-based pay)
2. Kompetensi (competency-based atau skill-based pay)
3. Senioritas (seniority-based pay)
4. Berat ringannya pekerjaan (job-based pay)

Menurut Stoner (1996:134) Motivasi adalah Berbagai faktor yang menyebabkan, menyalurkan, dan mempertahankan tingkah laku individual.

Menurut Frederick Herzberg dalam Sulistiyan (2008:175) Faktor pemuas yang disebut juga motivator yang merupakan faktor pendorong seseorang untuk berprestasi yang bersumber dari dalam diri seseorang tersebut (*condition intrinsic*) antara lain:

1. Prestasi yang diraih (*achievement*)
2. Pengakuan orang lain (*recognition*)
3. Tanggungjawab (*responsibility*)
4. Peluang untuk maju (*advancement*)
5. Kepuasan kerja itu sendiri (*the work itself*)
6. Kemungkinan pengembangan karier (*the possibility of growth*)

Menurut Moeheriono (2010:60) Kinerja atau *Performance* merupakan gambaran mengenai tingkat pencapaian pelaksanaan suatu program kegiatan atau kebijakan dalam mewujudkan sasaran, tujuan, visi dan misi organisasi yang dituangkan melalui perencanaan strategis suatu organisasi.

Faktor-faktor kinerja menurut Dessler (2006:328) secara umum sebagai berikut :

1. Mutu
2. Produktivitas
3. Pengetahuan Jabatan
4. Keahlian
5. Ketersediaan
6. Ketergantungan

### 3. Hasil penelitian dan Pembahasan

#### 3.1 Metode Penelitian

Subyek penelitian adalah dosen tetap di STMIK AKAKOM Yogyakarta, sedang obyek penelitian ini adalah budaya organisasi, kepemimpinan, tunjangan pengabdian dan motivasi serta kinerja dosen di STMIK AKAKOM Yogyakarta.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh dosen tetap STMIK AKAKOM Yogyakarta sebanyak 53 dosen. Pengambilan sampel dengan menggunakan metode *simple random sampling*, diambil sampel sebanyak 45 dosen

Variabel Penelitian :

- a. Variabel Independen / Variabel Bebas / Variabel eksogen (Budaya Organisasi = X1, Kepemimpinan = X2, Tunjangan Pengabdian = X3)
- b. Variabel Intervening / variabel Antara (Motivasi = Y1)
- c. Variabel Dependen / Variabel Terikat / Variabel Endogen (Kinerja= Y2)

Dalam penelitian menggunakan data primer, metode pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi adalah kuesioner

Pedoman untuk pengukuran semua variabel dengan menggunakan skala Likert. Skala ini menggunakan lima alternative jawaban berjenjang. Kategori dari masing-masing jawaban dengan suatu kriteria sebagai berikut : Kategori jawaban yang Sangat Setuju (SS) diberi skor 5 (lima), Kategori yang Setuju (S) diberi skor 4 (empat), Kategori yang Netral (N) diberi skor 3 (tiga), Kategori yang Tidak Setuju (TS) diberi skor 2 (dua), Kategori yang Sangat Tidak Setuju (STS) diberi skor 1 (satu).

#### 3.2 Uji Instrument

- a. Variabel Budaya Organisasi  
Variabel budaya organisasi diukur dengan menggunakan 18 butir pernyataan, yang hasil uji validitas dan reliabilitasnya menunjukkan bahwa butir soal nomor 9 dan butir soal nomor 16 tidak valid karena mempunyai korelasi dengan taraf signifikansi  $> 0,05$ . Dengan demikian butir nomor 9 dan 16 di hapus. Untuk uji reliabilitas, diketahui bahwa nilai Alpha Cronbach  $> 0,6$ , sehingga butir pengukur variabel budaya organisasi dinyatakan reliabel.
- b. Variabel Kepemimpinan  
Variabel kepemimpinan diukur dengan menggunakan 18 butir pernyataan, yang hasil uji validitas dan reliabilitasnya menunjukkan bahwa butir soal nomor 2 dan butir soal nomor 15 tidak valid karena mempunyai korelasi dengan taraf signifikansi  $> 0,05$ . Dengan demikian butir nomor 2 dan 15 di hapus. Untuk uji reliabilitas, diketahui bahwa nilai Alpha Cronbach  $> 0,6$ , sehingga butir pengukur variabel kepemimpinan dinyatakan reliabel.
- c. Variabel Tunjangan Pengabdian  
Variabel Tunjangan pengabdian diukur dengan menggunakan 12 butir pernyataan, yang hasil uji validitas dan reliabilitasnya menunjukkan bahwa semua butir pengukur variabel tunjangan pengabdian dinyatakan valid karena semua butir mempunyai korelasi dengan taraf signifikansi  $< 0,05$ . Demikian pula dengan uji

reliabilitas, diketahui bahwa nilai Alpha Cronbach > 0,6, sehingga butir pengukur variabel tunjangan pengabdian dinyatakan reliabel.

d. Variabel Motivasi

Variabel Motivasi diukur dengan menggunakan 18 butir pernyataan, yang hasil uji validitas dan reliabilitasnya menunjukkan bahwa semua butir pengukur variabel motivasi dinyatakan valid karena semua butir mempunyai korelasi dengan taraf signifikansi < 0,05. Demikian pula dengan uji reliabilitas, diketahui bahwa nilai Alpha Cronbach > 0,6, sehingga butir pengukur variabel motivasi dinyatakan reliabel.

4) Variabel Kinerja

Variabel Kinerja diukur dengan menggunakan 15 butir pernyataan, yang hasil uji validitas dan reliabilitasnya menunjukkan bahwa butir soal nomor 6 dan butir soal nomor 7 tidak valid karena mempunyai korelasi dengan taraf signifikansi > 0,05. Dengan demikian butir nomor 6 dan 7 di hapus. Untuk uji reliabilitas, diketahui bahwa nilai Alpha Cronbach > 0,6, sehingga butir pengukur variabel kepemimpinan dinyatakan reliabel.

### 3.3 Analisis Data

#### 3.3.1 Analisis Deskriptif

##### 1) Deskriptif Variabel Budaya Organisasi

Tabel 1. Kategori Variabel Budaya Organisasi

Interval	Kategori	Frekuensi
16-29	Sangat Tidak Baik	1
>29 – 42	Tidak Baik	12
>42 – 55	Biasa saja	19
>55 – 68	Baik	12
>68 – 80	Sangat Baik	1
	JUMLAH	45

Dari tabel tersebut diatas dapat diketahui bahwa budaya organisasi pada STMIK AKAKOM termasuk kategori biasa saja.

Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap variabel budaya organisasi adalah sebagaimana tabel berikut :

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Variabel Budaya Organisasi

BUTIR SOAL	SS		S		N		TS		STS		JUMLAH	
(X1)	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%
1	5	11,1	17	37,8	11	24,4	12	26,7	0	0,0	45	100,0
2	4	8,9	17	37,8	16	35,6	6	13,3	2	4,4	45	100,0
3	3	6,7	18	40,0	15	33,3	8	17,8	1	2,2	45	100,0
4	4	8,9	19	42,2	13	28,9	8	17,8	1	2,2	45	100,0
5	5	11,1	23	51,1	9	20,0	6	13,3	2	4,4	45	100,0
6	7	15,6	11	24,4	14	31,1	9	20,0	4	8,9	45	100,0
7	2	4,4	9	20,0	16	35,6	15	33,3	3	6,7	45	100,0
8	2	4,4	5	11,1	12	26,7	23	51,1	3	6,7	45	100,0
9		-	13	28,9	18	40,0	12	26,7	2	4,4	45	100,0
10	2	4,4	13	28,9	17	37,8	11	24,4	2	4,4	45	100,0
11		-	5	11,1	16	35,6	16	35,6	8	17,8	45	100,0
12	1	2,2	12	26,7	11	24,4	17	37,8	4	8,9	45	100,0
13	4	8,9	19	42,2	15	33,3	6	13,3	1	2,2	45	100,0
14	4	8,9	19	42,2	12	26,7	10	22,2	0	0,0	45	100,0
15		-	4	8,9	20	44,4	16	35,6	5	11,1	45	100,0
16	1	2,2	6	13,3	15	33,3	14	31,1	9	20,0	45	100,0
	44	6,1	210	29,2	230	31,9	189	26,3	47	6,5	720	100,0

Dari tabel 2 diatas mengandung makna bahwa budaya organisasi memberikan peluang bagi dosen untuk membuat cara kerja yang bisa membuat hasil kerja lebih baik tetapi budaya organisasi belum membuat dosen mencurahkan segala kemampuannya dalam bekerja, belum mendorong terjadinya kompetisi yang sehat diantara dosen, kurang tegas dalam memberikan sanksi bagi kegagalan yang dilakukan oleh dosen, Iklim komunikasi di organisasi belum dapat dipercaya dan belum terbuka, Budaya organisasi yang tidak memberitahu dosen jika mengerjakan pekerjaan dengan baik dan budaya organisasi yang belum berani mengambil resiko dengan mencoba ide-ide baru”

##### 2) Deskriptif Variabel Kepemimpinan

Tabel 3. Kategori Variabel Kepemimpinan

Interval	Kategori	Frekuensi
16-29	Tidak baik	2
>29 – 42	kurang baik	14
>42 – 55	Cukup	18
>55 – 68	Baik	11
>68 – 80	Sangat baik	0
	JUMLAH	45

Dari tabel tersebut diatas dapat diketahui bahwa kepemimpinan di STMIK AKAKOM termasuk kategori cukup.

distribusi frekuensi jawaban responden terhadap variabel kepemimpinan adalah sebagaimana tabel berikut :

**Tabel 4 Distribusi Frekuensi Variabel Kepemimpinan**

BUTIR SOAL	SS		S		N		TS		STS		JUMLAH	
(X2)	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%
1	0	-	7	15,6	16	35,6	16	35,6	6	13,3	45	100,0
2	2	4,4	14	31,1	16	35,6	12	26,7	1	2,2	45	100,0
3	1	2,2	11	24,4	25	55,6	3	6,7	5	11,1	45	100,0
4	0	-	6	13,3	17	37,8	18	40,0	4	8,9	45	100,0
5	3	6,7	14	31,1	20	44,4	7	15,6	1	2,2	45	100,0
6	5	11,1	21	46,7	14	31,1	4	8,9	1	2,2	45	100,0
7	1	2,2	18	40,0	19	42,2	6	13,3	1	2,2	45	100,0
8	1	2,2	13	28,9	19	42,2	11	24,4	1	2,2	45	100,0
9	0	-	3	6,7	23	51,1	17	37,8	2	4,4	45	100,0
10	0	-	5	11,1	22	48,9	15	33,3	3	6,7	45	100,0
11	0	-	8	17,8	19	42,2	15	33,3	3	6,7	45	100,0
12	0	-	13	28,9	26	57,8	5	11,1	1	2,2	45	100,0
13	0	-	13	28,9	18	40,0	11	24,4	3	6,7	45	100,0
14	0	-	2	4,4	17	37,8	19	42,2	7	15,6	45	100,0
15	0	-	4	8,9	25	55,6	12	26,7	4	8,9	45	100,0
16	1	2,2	15	33,3	16	35,6	10	22,2	3	6,7	45	100,0
	14	1,9	167	23,2	312	43,3	181	25,1	46	6,4	720	100,0

Dari tabel 4 mengandung makna bahwa Pimpinan di STMIK AKAKOM dianggap mempunyai pemikiran-pemikiran yang kreatif tapi ide baru pimpinan tidak selalu sukses untuk dijalankan dan belum terbukti dapat memajukan organisasi, disamping itu pimpinan dianggap belum adil dalam memberikan penghargaan kepada dosen yang berhasil melaksanakan tugasnya, tidak selalu memberikan pengarahan pelaksanaan tugas kepada dosen agar tugas dapat dilaksanakan dengan baik, belum memberikan contoh yang baik kepada dosen, dan belum mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah secara tepat dan cepat.

### 3) Deskriptif Variabel Tunjangan Pengabdian

**Tabel 5. Kategori Variabel Tunjangan Pengabdian**

Interval	Kategori	Frekuensi
12 – 22	Sangat Tidak Baik	4
>22 – 32	Tidak Baik	19
>32 – 42	Biasa saja	18
>42 – 52	Baik	3
>52 – 60	Sangat Baik	1
	JUMLAH	45

Dari tabel tersebut diatas dapat diketahui bahwa tunjangan pengabdian di STMIK AKAKOM termasuk kategori tidak baik.

Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap variabel tunjangan pengabdian adalah sebagaimana tabel berikut :

**Tabel 6. Distribusi Frekuensi Variabel tunjangan pengabdian**

BUTIR SOAL	SS		S		N		TS		STS		JUMLAH	
(X3)	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%
1	1	2,2	7	15,6	8	17,8	23	51,1	6	13,3	45	100,0
2	1	2,2	16	35,6	13	28,9	12	26,7	3	6,7	45	100,0
3	2	4,4	8	17,8	6	13,3	10	22,2	19	42,2	45	100,0
4	1	2,2	6	13,3	8	17,8	25	55,6	5	11,1	45	100,0
5	1	2,2	7	15,6	11	24,4	22	48,9	4	8,9	45	100,0
6	1	2,2	7	15,6	14	31,1	16	35,6	7	15,6	45	100,0
7	5	11,1	18	40,0	10	22,2	8	17,8	4	8,9	45	100,0
8	0	-	6	13,3	11	24,4	19	42,2	9	20,0	45	100,0
9	5	11,1	19	42,2	11	24,4	9	20,0	1	2,2	45	100,0
10	1	2,2	3	6,7	19	42,2	16	35,6	6	13,3	45	100,0
11	1	2,2	4	8,9	21	46,7	14	31,1	5	11,1	45	100,0
12	1	2,2	7	15,6	14	31,1	18	40,0	5	11,1	45	100,0
	20	3,7	108	20,0	146	27,0	192	35,6	74	13,7	540	100,0

Dari tabel 6 mengandung makna bahwa Tunjangan pengabdian di STMIK AKAKOM sudah membedakan berdasarkan masa kerja dan golongan, tapi di satu sisi tunjangan pengabdian yang diberikan belum sesuai dengan kompetensi yang dimiliki dosen, belum sesuai dengan pengorbanan waktu dosen, belum sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan dosen, belum menunjukkan besarnya prestasi kerja, belum sesuai dengan banyaknya tenaga dan pikiran untuk menyelesaikan tugas dan pekerjaan dalam satu satuan waktu tertentu, belum layak, belum sesuai dengan besarnya tanggung-jawab, belum membedakan antara dosen dan tenaga non edukatif dalam hal aturan jam kerja dan tunjangan pengabdian.

### 4) Deskriptif Variabel Motivasi

**Tabel 7. Kategori Variabel Motivasi**

Interval	Kategori	Frekuensi
18-33	Sangat Rendah	0
>33 - 48	Rendah	8
>48 - 63	Cukup	34
>63 - 78	Tinggi	3
>78 - 90	Sangat Tinggi	0
	JUMLAH	45

Dari tabel tersebut diatas dapat diketahui bahwa motivasi dosen di STMIK AKAKOM termasuk kategori cukup.

Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap variabel motivasi adalah sebagaimana tabel berikut :

BUTIR SOAL	SS		S		N		TS		STS		JUMLAH	
(Y1)	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%
1	10	22,2	29	64,4	6	13,3		-	0,0	45	100,0	
2	8	17,8	26	57,8	10	22,2	1	2,2	0,0	45	100,0	
3	8	17,8	27	60,0	9	20,0	1	2,2	0,0	45	100,0	
4	1	2,2	10	22,2	30	66,7	3	6,7	1	2,2	45	100,0
5	0	-	7	15,6	24	53,3	11	24,4	3	6,7	45	100,0
6	3	6,7	20	44,4	18	40,0	3	6,7	1	2,2	45	100,0
7	4	8,9	26	57,8	14	31,1	1	2,2	0,0	45	100,0	
8	4	8,9	30	66,7	10	22,2	1	2,2	0,0	45	100,0	
9	2	4,4	27	60,0	14	31,1	2	4,4	0,0	45	100,0	
10	17	37,8	20	44,4	5	11,1	3	6,7	0,0	45	100,0	
11	22	48,9	19	42,2	4	8,9	0	-	0,0	45	100,0	
12	13	28,9	22	48,9	9	20,0	1	2,2	0,0	45	100,0	
13	11	24,4	26	57,8	7	15,6	1	2,2	0,0	45	100,0	
14	17	37,8	26	57,8	2	4,4	0	-	0,0	45	100,0	
15	7	15,6	19	42,2	18	40,0	1	2,2	0,0	45	100,0	
16	9	20,0	21	46,7	12	26,7	2	4,4	1	2,2	45	100,0
17	5	11,1	21	46,7	9	20,0	9	20,0	1	2,2	45	100,0
18	9	20,0	21	46,7	12	26,7	2	4,4	1	2,2	45	100,0
	150	18,5	397	49,0	213	26,3	42	5,2	8	1,0	810	0,0

## 5) Deskriptif Variabel Kinerja

Interval	Kategori	Frekuensi
13 - 24	Sangat Rendah	0
>24 - 35	Rendah	2
>35 - 46	Cukup	13
>46 - 57	Tinggi	25
>57 - 68	Sangat Tinggi	5
	JUMLAH	45

Distribusi frekuensi jawaban responden terhadap variabel kinerja adalah sebagaimana tabel berikut :

BUTIR SOAL	SS		S		N		TS		STS		JUMLAH	
(Y2)	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%
1	1	2,2	25	55,6	19	42,2	0	-	0	0,0	45	100,0
2	0	-	32	71,1	0	-	13	28,9	0	0,0	45	100,0
3	14	31,1	11	24,4	12	26,7	4	8,9	4	8,9	45	100,0
4	5	11,1	21	46,7	0	-	19	42,2	0	0,0	45	100,0
5	8	17,8	24	53,3	0	-	13	28,9	0	0,0	45	100,0
6	16	35,6	21	46,7	6	13,3	2	4,4	0	0,0	45	100,0
7	25	55,6	13	28,9	5	11,1	2	4,4	0	0,0	45	100,0
8	6	13,3	13	28,9	16	35,6	6	13,3	4	8,9	45	100,0
9	10	22,2	14	31,1	13	28,9	5	11,1	3	6,7	45	100,0
10	3	6,7	20	44,4	22	48,9	0	-	0	0,0	45	100,0
11	13	28,9	25	55,6	4	8,9	3	6,7	0	0,0	45	100,0
12	11	24,4	26	57,8	4	8,9	4	8,9	0	0,0	45	100,0
13	17	37,8	25	55,6	3	6,7	0	-	0	0,0	45	100,0
	129	221	270	46,2	104	17,8	71	12,1	11	1,9	585	100,0

### 3.3.2 Analisis Inferensial

Figure 1 is a path diagram showing the relationships between four latent variables (BUDAYA ORG, MOTIVASI, KEPENYAIRAN, and KINERJA) and their respective indicators. The diagram includes standardized factor loadings and error variances for each indicator.

**Latent Variables and Indicators:**

- BUDAYA ORG (R² = 0.000):** Indicators X1.1 to X1.6.
- MOTIVASI (R² = 0.251):** Indicators Y1.1 to Y1.6.
- KEPENYAIRAN (R² = 0.000):** Indicators X2.1 to X2.6.
- KINERJA (R² = 0.275):** Indicators Y2.1 to Y2.6.

**Standardized Factor Loadings:**

- BUDAYA ORG:** X1.1 (0.793), X1.2 (0.47), X1.3 (0.788), X1.4 (0.747), X1.5 (0.668), X1.6 (0.646).
- MOTIVASI:** Y1.1 (0.240), Y1.2 (0.889), Y1.3 (0.739), Y1.4 (0.951), Y1.5 (0.695), Y1.6 (0.698).
- KEPENYAIRAN:** X2.1 (0.700), X2.2 (0.43), X2.3 (0.769), X2.4 (0.701), X2.5 (0.721), X2.6 (0.77).
- KINERJA:** Y2.1 (0.647), Y2.2 (0.641), Y2.3 (0.769), Y2.4 (0.741), Y2.5 (0.667), Y2.6 (0.647).

**Path Coefficients:**

- BUDAYA ORG to MOTIVASI: 0.081
- BUDAYA ORG to KEPENYAIRAN: 0.169
- BUDAYA ORG to KINERJA: 0.345
- MOTIVASI to KINERJA: 0.372
- KEPENYAIRAN to KINERJA: 0.117

418

## 1) Outer Model / Uji Indikator

Outer model adalah Model pengukuran yang menghubungkan indikator dengan variabel latennya yang diukur melalui *convergent validity* (Loading Factor), *discriminant validity* (Cross Loading) dan *composite reliability*.

Tabel 11. Rangkuman Uji Indikator

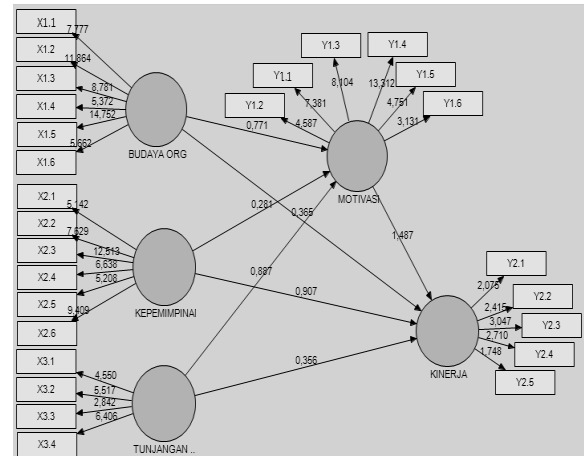
Validitas & Reliabilitas	Hasil Uji		Status
	Pengaruh	Original Sampel (Loading)	
Outer Loadings (Convergent Validity)	X1.1 → X1	0,763	Valid
	X1.2 → X1	0,847	Valid
	X1.3 → X1	0,785	Valid
	X1.4 → X1	0,747	Valid
	X1.5 → X1	0,868	Valid
	X1.6 → X1	0,755	Valid
	X2.1 → X2	0,789	Valid
	X2.2 → X2	0,843	Valid
	X2.3 → X2	0,906	Valid
	X2.4 → X2	0,801	Valid
	X2.5 → X2	0,727	Valid
	X2.6 → X2	0,877	Valid
	X3.1 → X3	0,821	Valid
	X3.2 → X3	0,892	Valid
	X3.3 → X3	0,643	Valid
	X3.4 → X3	0,859	Valid
	Y1.1 → Y1	0,766	Valid
	Y1.2 → Y1	0,869	Valid
	Y1.3 → Y1	0,739	Valid
	Y1.4 → Y1	0,861	Valid
	Y1.5 → Y1	0,665	Valid
	Y1.6 → Y1	0,698	Valid
	Y2.1 → Y2	0,642	Valid
	Y2.2 → Y2	0,647	Valid
	Y2.3 → Y2	0,769	Valid
	Y2.4 → Y2	0,641	Valid
	Y2.5 → Y2	0,657	Valid
Cross Loadings (Discriminant Validity)	Variabel Laten		
	Indikator	X1 X2 X3 Y1 Y2	
	X1.1	0,763 0,485 0,317 0,394 0,129	Valid
	X1.2	0,847 0,546 0,558 0,406 0,332	Valid
	X1.3	0,786 0,578 0,490 0,340 0,149	Valid
	X1.4	0,747 0,541 0,398 0,236 0,071	Valid
	X1.5	0,868 0,600 0,466 0,342 0,260	Valid
	X1.6	0,755 0,677 0,628 0,378 0,372	Valid
	X2.1	0,651 0,790 0,585 0,394 0,288	Valid
	X2.2	0,551 0,843 0,418 0,449 0,444	Valid
	X2.3	0,748 0,907 0,578 0,352 0,471	Valid
	X2.4	0,462 0,801 0,365 0,148 0,291	Valid
	X2.5	0,463 0,727 0,320 0,244 0,129	Valid
	X2.6	0,648 0,877 0,522 0,265 0,379	Valid
	X3.1	0,584 0,511 0,821 0,435 0,277	Valid
	X3.2	0,653 0,641 0,892 0,430 0,310	Valid
	X3.3	0,181 0,218 0,643 0,237 0,363	Valid
	X3.4	0,512 0,428 0,859 0,277 0,180	Valid
	Y1.1	0,179 0,165 0,294 0,766 0,437	Valid
	Y1.2	0,630 0,568 0,573 0,869 0,415	Valid
	Y1.3	0,318 0,141 0,149 0,739 0,163	Valid
	Y1.4	0,285 0,266 0,211 0,861 0,298	Valid
	Y1.5	0,172 0,175 0,216 0,665 0,194	Valid
	Y1.6	0,266 0,269 0,355 0,698 0,287	Valid
	Y2.1	0,106 0,137 0,101 0,291 0,642	Valid
	Y2.2	0,055 0,124 0,248 0,303 0,647	Valid
	Y2.3	0,216 0,298 0,193 0,363 0,769	Valid
	Y2.4	0,447 0,448 0,293 0,250 0,641	Valid
	Y2.5	0,141 0,364 0,322 0,216 0,657	Valid
Composite Reliability	Budaya Organisasi (X1)	0,912	Reliable
	Kepemimpinan (X2)	0,928	
	Tunjangan Pengabdian (X3)	0,882	
	Motivasi (Y1)	0,896	
	Kinerja (Y2)	0,805	

(Sumber : Output Outer Model SmartPLS)

- Convergent Validity.**  
diketahui bahwa nilai loading faktor dari masing-masing indikator terhadap variabel latennya semuanya diatas 0,60. Dengan demikian semua indikator dinyatakan valid.
- Discriminant Validity.**  
diketahui bahwa semua nilai korelasi cross loading dari masing-masing indikator terhadap variabel latennya lebih besar dibandingkan korelasi terhadap variabel laten yang lain. Dengan demikian semua indikator dinyatakan valid.
- Composite Reliability.**  
diketahui bahwa nilai composite reliability masing-masing variabel diatas 0,70. Nilai terendah *composite reliability* adalah 0,805

pada variabel Kinerja (Y2). Dengan demikian semua konstruk dari masing-masing variabel dinyatakan reliabel.

Setelah dilakukan uji *convergent validity* (Loading Factor), *discriminant validity* (Cross Loading) dan *composite reliability* maka dapat dilihat pada gambar akhir sebagai berikut :



Gambar 2. Model akhir

## 2) Inner Model

Pengujian inner model atau model struktural dilakukan untuk melihat hubungan antara konstruk, nilai signifikansi dan R-square dari model penelitian.

a.  $R^2$  untuk variabel laten endogen

$R^2$  mengindikasikan bahwa hubungan beberapa variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya.

Tabel 12. R Square

	R Square
Budaya Organisasi (X1)	
Kepemimpinan (X2)	
Tunjangan Pengabdian (X3)	
Motivasi (Y1)	0,251267
Kinerja (Y2)	0,275293

Sumber : Output smartPLS

Tabel di atas memberikan hasil sebagai berikut :

- Pengaruh Budaya organisasi, kepemimpinan dan tunjangan pengabdian terhadap motivasi memberikan nilai R-square sebesar nilai 0,251267 yang dapat diinterpretasikan bahwa variabilitas konstruk motivasi yang dapat dijelaskan oleh variabilitas konstruk budaya organisasi, kepemimpinan dan tunjangan pengabdian adalah 25,12% sedang 74,88% dijelaskan oleh variabel lain diluar yang diteliti.

2. Pengaruh Budaya organisasi, kepemimpinan dan tunjangan pengabdian terhadap kinerja memberikan nilai R-square sebesar nilai 0,275293 yang dapat diinterpretasikan bahwa variabilitas konstruk kinerja yang dapat dijelaskan oleh variabilitas konstruk budaya organisasi, kepemimpinan dan tunjangan pengabdian adalah 27,52% sedang 72,48% dijelaskan oleh variabel lain diluar yang diteliti.

#### b. Koefisien Parameter dan T-Statistik

Koefisien parameter dan T-Statistik mengindikasikan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikatnya, yang selanjutnya diuji dengan T-Statistik. Nilai T-tabel pada  $\alpha = 0,05$  uji satu arah (*one tailed*) dengan db=41 adalah 1,683 ( $db=N-k-1$  yang mana db merupakan derajat bebas, N merupakan jumlah sampel, dan k adalah jumlah variabel bebas,  $41 = 45 - 3 - 1$ ). Variabel independen dikatakan berpengaruh (signifikan) terhadap variabel dependen jika nilai T-Statistik (*t*-hitung) > *t*-tabel.

Tabel 13. Koefisien Parameter dan T-Statistik

	Koefisien parameter	T-Statistik	Keterangan
X1 Y1 →	0,239758	0,742099	Tidak Signifikan
X1 Y2 →	-0,16941	0,380236	Tidak Signifikan
X2 Y1 →	0,081333	0,305424	Tidak Signifikan
X2 Y2 →	0,371727	0,950313	Tidak Signifikan
X3 Y1 →	0,248981	0,842834	Tidak Signifikan
X3 Y2 →	0,116623	0,360155	Tidak Signifikan
Y1 Y2 →	0,360155	0,934925	Tidak Signifikan

Sumber : Output smartPLS

Berdasarkan analisis inferensial serta perhitungan pada tabel 12 dan 13 sebagaimana tersebut diatas maka hasil pengujian hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis 1 menyatakan bahwa “Budaya organisasi berpengaruh terhadap Motivasi”. Pada tabel 13 dapat dilihat besarnya nilai koefisien parameter/nilai *original sample* variabel budaya organisasi terhadap variabel motivasi sebesar 0,239758, menunjukkan bahwa variabel budaya organisasi terhadap motivasi mempunyai pengaruh positif sebesar 23,97%. Sedangkan besarnya nilai *t*-hitung  $0,72099 < t\text{-tabel} = 1,683$  berarti pengaruh variabel budaya organisasi terhadap variabel motivasi tidak signifikan. Hal ini menunjukkan

bahwa variabel budaya organisasi berpengaruh terhadap variabel motivasi, tetapi tidak signifikan (artinya pengaruhnya kecil, sebesar 23,97%). Dengan kata lain bahwa semakin baik budaya organisasi maka motivasi dosen juga akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori bahwa budaya merupakan sebuah penentu yang kuat dari keyakinan, sikap dan perilaku orang dan pengaruhnya dapat diukur melalui bagaimana orang termotivasi (wibowo, 2010:15)

2. Hipotesis 2 menyatakan bahwa “Kepemimpinan berpengaruh terhadap motivasi”. Pada tabel 13 dapat dilihat besarnya nilai koefisien parameter/nilai *original sample* variabel kepemimpinan terhadap variabel motivasi sebesar 0,081333, menunjukkan bahwa variabel kepemimpinan dan motivasi mempunyai pengaruh positif sebesar 8,13%. Sedangkan besarnya nilai *t*-hitung  $0,305424 < t\text{-tabel} = 1,683$  berarti pengaruh variabel kepemimpinan terhadap variabel motivasi tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa variabel kepemimpinan berpengaruh terhadap variabel motivasi, tetapi tidak signifikan (artinya pengaruhnya kecil, sebesar 8,137%). Dengan kata lain bahwa semakin baik kepemimpinan maka motivasi dosen juga akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori bahwa kepemimpinan mempengaruhi dan memotivasi bawahan (Sulistiyani, 2008:77)
3. Hipotesis 3 menyatakan bahwa “Tunjangan Pengabdian berpengaruh terhadap motivasi”. Pada tabel 13 dapat dilihat besarnya nilai koefisien parameter/nilai *original sample* variabel tunjangan pengabdian terhadap variabel motivasi sebesar 0,248981, menunjukkan bahwa variabel tunjangan pengabdian dan motivasi mempunyai pengaruh positif sebesar 24,89%. Sedangkan besarnya nilai *t*-hitung  $0,842834 < t\text{-tabel} = 1,683$  berarti pengaruh variabel tunjangan pengabdian terhadap variabel motivasi tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa variabel tunjangan pengabdian berpengaruh terhadap variabel motivasi, tetapi tidak signifikan (artinya pengaruhnya kecil, sebesar 24,89%). Dengan kata lain bahwa semakin baik pemberian tunjangan pengabdian maka motivasi dosen juga akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa pemberian imbalan untuk meningkatkan motivasi karyawan (Moeheriono, 2010:168).
4. Hipotesis 4 menyatakan bahwa “budaya organisasi, kepemimpinan, dan tunjangan pengabdian secara bersama-sama terhadap motivasi kerja”. Pada tabel 12 dapat dilihat

- bahwa terdapat nilai 0,251267 untuk Y1 (motivasi). Hal ini berarti hipotesis yang diajukan dapat diterima karena budaya organisasi, kepemimpinan dan tunjangan pengabdian secara bersama-sama berpengaruh secara positif terhadap motivasi. Variabel budaya organisasi, kepemimpinan dan tunjangan pengabdian mampu menjelaskan variabel motivasi sebesar 25,12% sedang 74,88% dijelaskan oleh variabel lain diluar yang diteliti.
5. Hipotesis 5 menyatakan bahwa “Budaya organisasi berpengaruh terhadap kinerja”. Pada tabel 13 dapat dilihat besarnya nilai koefisien parameter/nilai *original sample* variabel budaya organisasi terhadap variabel kinerja sebesar -0,16941, menunjukkan bahwa variabel budaya organisasi dan kinerja mempunyai pengaruh negatif sebesar -0,16%. Sedangkan besarnya nilai t-hitung  $0,380236 < t\text{-tabel} = 1,683$  berarti pengaruh variabel budaya organisasi terhadap variabel kinerja tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa variabel budaya organisasi berpengaruh terhadap variabel kinerja, tetapi tidak signifikan (artinya pengaruhnya kecil, sebesar -0,16%). Dengan kata lain bahwa semakin baik budaya organisasi maka kinerja dosen juga akan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa Budaya organisasi merupakan serangkaian norma terdiri dari keyakinan, sikap, nilai-nilai ini dan pola perilaku, keyakinan bersama, nilai-nilai inti dan pola perilaku memengaruhi kinerja dalam organisasi (wibowo, 2010:18).
  6. Hipotesis 6 menyatakan bahwa “Kepemimpinan berpengaruh terhadap kinerja”. Pada tabel 13 dapat dilihat besarnya nilai koefisien parameter/nilai *original sample* variabel kepemimpinan terhadap variabel kinerja sebesar 0,371727, menunjukkan bahwa variabel kepemimpinan dan kinerja mempunyai pengaruh positif sebesar 37,17%. Sedangkan besarnya nilai t-hitung  $0,950313 < t\text{-tabel} = 1,683$  berarti pengaruh variabel kepemimpinan terhadap variabel kinerja tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa variabel kepemimpinan berpengaruh terhadap variabel kinerja, tetapi tidak signifikan (artinya pengaruhnya kecil, sebesar 37,17%). Dengan kata lain bahwa semakin baik kepemimpinan maka kinerja pegawai akan semakin tinggi. Hal ini sesuai teori bahwa kepemimpinan prose mempengaruhi secara individu maupun kelompok dalam usaha mencapai tujuan organisasi (Robbin, 2008).
  7. Hipotesis 7 menyatakan bahwa “Tunjangan pengabdian berpengaruh terhadap kinerja”. Pada tabel 13 dapat dilihat besarnya nilai koefisien parameter/nilai *original sample* variabel tunjangan pengabdian terhadap variabel kinerja sebesar 0,116623, menunjukkan bahwa variabel tunjangan pengabdian dan kinerja mempunyai pengaruh positif sebesar 11,66%. Sedangkan besarnya nilai t-hitung  $0,360155 < t\text{-tabel} = 1,683$  berarti pengaruh variabel tunjangan pengabdian terhadap variabel kinerja tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa variabel tunjangan pengabdian berpengaruh terhadap variabel kinerja, tetapi tidak signifikan (artinya pengaruhnya kecil, sebesar 11,66%). Dengan kata lain bahwa semakin baik pemberian tunjangan pengabdian maka kinerja dosen juga akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa pemberian imbalan untuk meningkatkan motivasi karyawan dalam rangka meningkatkan kinerja (Moeheriono, 2010:168).
  8. Hipotesis 8 menyatakan bahwa “motivasi berpengaruh terhadap kinerja”. Pada tabel 13 dapat dilihat besarnya nilai koefisien parameter/nilai *original sample* variabel motivasi terhadap variabel kinerja sebesar 0,360155, menunjukkan bahwa variabel motivasi dan kinerja mempunyai pengaruh positif sebesar 36,01%. Sedangkan besarnya nilai t-hitung  $0,934925 < t\text{-tabel} = 1,683$  berarti pengaruh variabel motivasi terhadap variabel kinerja tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa variabel motivasi berpengaruh terhadap variabel kinerja, tetapi tidak signifikan (artinya pengaruhnya kecil, sebesar 36,01%). Dengan kata lain bahwa semakin tinggi motivasi maka kinerja dosen semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori yang ada bahwa motivasi adalah suatu kondisi yang mendorong individu untuk melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan organisasi (Robbin, 2008).
  9. Hipotesis 9 menyatakan bahwa “budaya organisasi, kepemimpinan, tunjangan pengabdian dan motivasi secara bersama-sama berpengaruh terhadap kinerja”. Pada tabel 12 dapat dilihat bahwa terdapat nilai 0,275293 untuk Y2 (kinerja). Hal ini berarti hipotesis yang diajukan dapat diterima karena budaya organisasi, kepemimpinan, tunjangan pengabdian dan motivasi secara bersama-sama berpengaruh secara positif terhadap kinerja. Variabel budaya organisasi, kepemimpinan, tunjangan pengabdian dan motivasi mampu menjelaskan variabel kinerja sebesar 27,52% sedang 72,48% dijelaskan oleh variabel lain diluar yang diteliti.
- e. Analisis Jalur**
- Analisis jalur dapat dilakukan dengan menghitung pengaruh langsung (*Direct Effect*), pengaruh tidak langsung (*Indirect Effect*), dan pengaruh total



(Total Effect). Output smartPLS dalam penelitian ini seperti tabel berikut :

**Tabel 14. Koefisien Jalur dan T-Statistik**

Fungsi Endogen	Fungsi Eksogen	Direct Effect				Total Effect	
		Motivasi		Kinerja		Kinerja	
		(Y1)		(Y2)		(Y2)	
		Koef	T-Stat	Koef	T-Stat	koef	T-Stat
Budaya Organisasi	X1	0,239758	0,742099	-0,16941	0,380236	-0,098587	0,233402
Kepemimpinan	X2	0,081333	0,305424	0,371727	0,950313	0,395752	1,080295
Tunjangan Pengabdian	X3	0,248981	0,842834	0,116623	0,360155	0,19017	0,593651
Motivasi	Y1			0,360155	0,934925		

Sumber : Output smartPLS

Berdasarkan koefisien jalur sebagaimana tabel 14 diatas dapat ditafsirkan sebagai berikut :

1. Pengaruh budaya organisasi terhadap kinerja sebesar -0,169 tetapi pengaruh budaya organisasi jika melalui variable intervening yaitu variabel motivasi maka pengaruhnya sebesar 0,239. Pengaruh budaya organisasi terhadap motivasi berpengaruh positif sedang pengaruh budaya organisasi terhadap kinerja berpengaruh negatif. Hal ini menyebabkan total effect-nya naik menjadi -0,098. Jadi budaya organisasi lebih berpengaruh terhadap motivasi dibandingkan terhadap kinerja dosen.
2. Pengaruh kepemimpinan terhadap kinerja sebesar 0,371 tetapi pengaruh kepemimpinan jika melalui variable intervening yaitu variable motivasi maka pengaruhnya sebesar 0,081, namun demikian pengaruhnya sama-sama positif. Hal ini menyebabkan total effect-nya naik menjadi 0,395.
3. Pengaruh tunjangan Pengabdian terhadap kinerja sebesar 0,116 tetapi pengaruh tunjangan pengabdian jika melalui variable intervening yaitu variabel motivasi maka pengaruhnya sebesar 0,248 namun demikian pengaruhnya sama-sama positif. Hal ini menyebabkan total effect-nya naik menjadi 0,190.
4. Motivasi berpengaruh positif terhadap kinerja dosen sebesar 0,360.
5. Memperhatikan kondisi tersebut dapat dikatakan bahwa motivasi berperan meningkatkan pengaruh budaya organisasi terhadap kinerja dosen, pengaruh kepemimpinan terhadap kinerja dosen dan pengaruh tunjangan pengabdian terhadap kinerja dosen. Dengan demikian STMIK AKAKOM Yogyakarta, dalam rangka meningkatkan kinerja dosen perlu memperhatikan faktor motivasi.

## Kesimpulan

Berdasarkan analisis deskriptif, analisis inferensial, analisis jalur serta pembahasan yang telah dikemukakan di atas, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Budaya organisasi di STMIK AKAKOM memberikan peluang bagi dosen untuk membuat cara kerja yang bisa membuat hasil kerja lebih baik tetapi budaya organisasi belum membuat dosen mencurahkan segala kemampuannya dalam bekerja, budaya organisasi belum mendorong terjadinya kompetisi yang sehat diantara dosen, budaya organisasi kurang tegas dalam memberikan sanksi bagi kegagalan yang dilakukan oleh dosen, iklim komunikasi di organisasi belum dapat dipercaya dan belum terbuka, budaya organisasi yang tidak memberitahu dosen jika mengerjakan pekerjaan dengan baik dan budaya organisasi yang belum berani mengambil resiko dengan mencoba ide-ide baru
2. Pimpinan di STMIK AKAKOM dianggap mempunyai pemikiran-pemikiran yang kreatif tapi ide baru pimpinan tidak selalu sukses untuk dijalankan dan belum terbukti dapat memajukan organisasi, disamping itu pimpinan dianggap belum adil dalam memberikan penghargaan kepada dosen yang berhasil melaksanakan tugasnya, tidak selalu memberikan pengarahan pelaksanaan tugas kepada dosen agar tugas dapat dilaksanakan dengan baik, belum memberikan contoh yang baik, belum mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah secara tepat dan cepat.
3. Tunjangan pengabdian di STMIK AKAKOM sudah membedakan berdasarkan masa kerja dan golongan, tapi di satu sisi tunjangan pengabdian yang diberikan belum sesuai dengan kompetensi yang dimiliki dosen, belum sesuai dengan pengorbanan waktu dosen, belum sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan dosen, belum menunjukkan besarnya prestasi kerja, belum sesuai dengan banyaknya tenaga dan pikiran untuk menyelesaikan tugas dan pekerjaan dalam satu satuan waktu tertentu, belum layak, belum sesuai dengan besarnya tanggungjawab, belum membedakan antara dosen dan tenaga non edukatif dalam hal aturan jam kerja dan tunjangan pengabdian.
4. Motivasi dosen di STMIK AKAKOM sudah baik hal ini terlihat bahwa dosen sudah termotivasi untuk selalu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan, termotivasi untuk selalu mengembangkan diri, menyenangi pekerjaan sebagai dosen, menerima tanggungjawab pribadi untuk sukses, berusaha menyelesaikan

pekerjaan sesuai target, berusaha untuk selalu meraih prestasi, menyelesaikan tugas sesuai dengan standar, menyukai tugas-tugas yang cukup menantang, lebih menyukai tantangan menyelesaikan suatu masalah, pekerjaan sebagai dosen sesuai dengan kemampuan. Di satu sisi organisasi belum memperhatikan kreatifitas dan inovasi pekerjaan dosen dengan baik, dosen tidak mempunyai waktu yang proposional untuk melaksanakan Tri darma perguruan tinggi.

5. Kinerja dosen di STMIK AKAKOM disatu sisi sudah baik hal ini terlihat bahwa dosen sudah memiliki kemampuan untuk selalu *update* pengetahuan, melakukan pengabdian kepada masyarakat yang sesuai dengan bidang keahlian, mampu melaksanakan tugas secara mandiri, melakukan penelitian sesuai dengan bidang keahlian, mampu menyelesaikan tugas yang diberikan dengan sedikit supervisi, memiliki wawasan yang cukup untuk mendukung keahlian, melakukan minimal satu pengabdian kepada masyarakat dalam satu tahun, tapi di satu sisi masih terdapat beberapa kinerja dosen yang kurang, hal ini terlihat pada rendahnya penelitian yang minimal satu penelitian dalam satu tahun, masih belum maksimalnya pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan minimal satu tahun sekali dan ada yang belum sesuai dengan bidang keahlian, kurang disiplin hadir ditempat kerja sesuai dengan jam kerja yang berlaku, belum selalu hadir mengajar sesuai jam mengajar dan masih adanya ketidaksesuaian materi yang diajarkan dengan silabi yang ada.
6. Variabel budaya organisasi, kepemimpinan, tunjangan pengabdian secara parsial mempunyai pengaruh positif terhadap motivasi tetapi tidak signifikan.
7. Variabel budaya organisasi, kepemimpinan, tunjangan pengabdian secara bersama-sama mempunyai pengaruh positif terhadap motivasi tetapi tidak signifikan.
8. Variabel budaya organisasi mempunyai pengaruh negative terhadap kinerja tetapi tidak signifikan.
9. Variabel kepemimpinan, tunjangan pengabdian dan motivasi secara parsial mempunyai pengaruh positif terhadap kinerja tetapi tidak signifikan.
10. Variabel budaya organisasi, kepemimpinan, tunjangan pengabdian dan motivasi secara bersama-sama mempunyai pengaruh positif terhadap kinerja tetapi tidak signifikan.
11. Motivasi berperan meningkatkan total effect pengaruh budaya organisasi terhadap kinerja dosen, pengaruh kepemimpinan terhadap

kinerja dosen dan pengaruh tunjangan pengabdian terhadap kinerja dosen.

## Daftar Pustaka

- Dessler, Gary, (2006), *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Jilid 1, Edisi Kesepuluh, Indeks, Jakarta;
- Handoko, Hani T, (2011), *Manajemen*, Edisi 2, Yogyakarta, BPFE;
- Indriantoro Nur dan Bambang Supomo, (2009), *Metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akuntansi & Manajemen*, Edisi Pertama, Yogyakarta, BPFE;
- Kast, Fremont & James E. Rosenzweig, (2007), *Organisasi & Manajemen*, Buku 1, Edisi Keempat, Jakarta, Bumi Aksara;
- Mathis L Robert dan John H. Jackson, (2002), *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Buku 2, Jakarta, Salemba Empat;
- Moeherton, (2010), *Pengukuran Kinerja Berbasis Kompetensi*, Bogor, Ghalia Indonesia;
- Noe Raymond, John R. Hollenbeck, Barry Gerhart, Patrick M. Wright, (2011), *Manajemen Sumber Daya manusia mencapai Keunggulan Bersaing*, Buku 1, Edisi 6, Jakarta Salemba Empat;
- , (2011), *Manajemen Sumber Daya manusia mencapai Keunggulan Bersaing*, Buku 2, Edisi 6, Jakarta Salemba Empat;
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan, <http://akhmadsudrajat.files.wordpress.com/2009/04/pp-ri-n0-19-th-2005-ttg-snp.pdf>, diakses tgl 18 juni 2012 jam 15.00
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 tahun 2009 tentang dosen, <http://unp.ac.id/files/peraturan/pp-dosen.pdf>, diakses tgl 18 juni 2012 jam 15.00;
- Rivai Veithazal dan Deddy Mulyadi, (2012), *Kepemimpinan dan perilaku Organisasi*, Edisi ketiga, Jakarta, Rajawali Pers;
- Robbins, Stephen P & Timothy A. Judge, (2008), *Perilaku Organisasi*, Buku 1, Edisi 12, Jakarta, Salemba Empat;
- , (2008), *Perilaku Organisasi*, Buku 2, Edisi 12, Jakarta, Salemba Empat;
- Sarwono, Jonatha, (2007), *Analisis Jalur Untuk Riset Bisnis*. Yogyakarta: Penerbit CV. Andi Offset.
- Sobirin, Achmad (2009), *Budaya Organisasi Pengertian, Makna dan Aplikasinya dalam kehidupan organisasi*, Edisi 2, Yogyakarta, UPP STIM YKPN;

- Sulistiyani, Ambar Teguh, (2008), *Kepemimpinan Profesional pendekatan Leadership Games*, Edisi Pertama, Yogyakarta, Gava Media;
- Stoner, James & R. Edward Freeman, (1996), *Manajemen*, Jilid II, Edisi Bahasa Indonesia, Jakarta, PT Prenhallindo;
- Wibowo, (2010), *Budaya Organisasi Sebuah Kebutuhan Untuk meningkatkan Kinerja Jangka Panjang*, Jakarta, Rajawali Pers;
- Winardi, (2011). *Teori Organisasi & Pengorganisasian*, Jakarta, PT Raja Grafindo Persada;
- Wiyono Gendro, (2012), *Merancang Penelitian Bisnis Dengan Alat Analisis SPSS 17.0 & Smart PLS 2.0*, Yogyakarta, UPP STIM YKPN;

# **PENGARUH KEPUASAN KERJA TERHADAP KINERJA PEKAWAI STMIK AKAKOM YOGYAKARTA**

**Hera Wasati**

*<sup>1)</sup>Jurusan Sistem Informasi, STMIK AKAKOM Yogyakarta*

*Jl. Raya Janti 143, Karangjambe Yogyakarta*

*082124753250*

*E-mail : hera@akakom.ac.id*

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis kepuasan kerja, kinerja pegawai dan pengaruh kepuasan kerja terhadap kinerja pegawai pada STMIK Akakom Yogyakarta. Variabel yang diuji dalam penelitian ini adalah kepuasan kerja sebagai variabel bebas dan kinerja pegawai sebagai variabel terikat.

Data yang digunakan berupa data primer diperoleh melalui kuesioner. Responden adalah pegawai non edukatif di STMIK AKAKOM Yogyakarta dengan sampel 58 responden.

Metode analisis data menggunakan analisis deskriptif dan analisis inferensial. Pengujian hipotesis menggunakan uji t-statistik dan R-Square.

Hasil uji deskriptif menunjukkan bahwa 14,33% menyatakan “Sangat Tinggi” terhadap kepuasan kerja; 62,5% menyatakan “Tinggi” terhadap kepuasan kerja ; 17,1% menyatakan “Biasa Saja” terhadap kepuasan kerja; 4,6% menyatakan “Rendah” terhadap kepuasan kerja ; 1,4% menyatakan “Sangat rendah” terhadap kepuasan kerja, dan 16,3% menyatakan “Sangat Tinggi” terhadap kinerja; 50,5% menyatakan “Tinggi” terhadap kinerja; 23,67% menyatakan “Biasa Saja” terhadap kinerja ; dan 9,6% “Rendah” terhadap kinerja. Sedangkan hasil uji inferensial menunjukkan bahwa kepuasan kerja terhadap kinerja pegawai mempunyai pengaruh positif sebesar 23,96 % tetapi tidak signifikan. Hasil uji inferensial mendukung hipotesis yang diajukan dalam penelitian.

Kata kunci: Kepuasan kerja, Kinerja, Pegawai Non Edukatif

## **1. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pengembangan sumber daya manusia (SDM) merupakan persoalan yang kompleks, dimana pihak manajemen selalu dituntut untuk membuat suatu pola, menyusun konsep perihal pengembangan SDM sesuai dengan kondisi dan kebutuhan organisasi bersangkutan. SDM mempunyai kedudukan yang sangat vital, dinamis dan sekaligus memberikan warna tersendiri kepada organisasi yang bersangkutan. Disadari bahwa SDM sebagai faktor penggerak, sumber inspirasi bagi setiap organisasi yang sanggup menentukan keberhasilan arah, tujuan atau misi organisasi.

Seiring dengan meningkatnya dinamika globalisasi dan perkembangan teknologi secara cepat mengharuskan organisasi untuk dapat beradaptasi

dengan cepat terhadap perubahan-perubahan yang terjadi dalam lingkungannya. Dan cukup banyak organisasi yang mengalami penurunan usaha karena terlalu terpaku pada kegiatan operasionalnya saja tanpa memperhatikan kekuatan sumber daya manusia yang dimiliki. Maka dengan melihat kondisi seperti ini, sudah menjadi tanggung jawab organisasi untuk dapat mengelola SDM yang mampu mengikuti, mengendalikan atau bahkan menciptakan dinamika tersebut serta meningkatkan *core of competence*.

Pengelolaan sumber daya manusia di organisasi perlu dilakukan secara profesional agar terwujud keseimbangan antara kebutuhan karyawan dengan tuntutan dan kemampuan organisasi. Keseimbangan tersebut merupakan kunci utama organisasi agar dapat berkembang secara produktif. Pemanfaatan dan pengembangan sumber daya

manusia yang dilakukan secara profesional akan memberikan dampak positif, diantaranya yaitu tercapainya kinerja karyawan yang tinggi dan pada akhirnya akan membawa pengaruh terhadap naiknya produktivitas organisasi.

Salah satu pemicu produktivitas yang tinggi dapat dilihat dari kepuasan kerja setiap karyawan, dan pada dasarnya kepuasan kerja merupakan hal yang bersifat individual. Kepuasan kerja adalah keadaan emosional yang menyenangkan atau tidak menyenangkan dimana para pegawai memandang pekerjaan mereka (Davis, 1985: 96). Oleh karena bersifat individual, sehingga semakin banyak aspek-aspek dalam pekerjaan yang sesuai dengan keinginan individu tersebut, maka semakin tinggi tingkat kepuasan yang dirasakan, dan demikian juga sebaliknya.

STMIK Akakom merupakan salah satu Perguruan Tinggi Swasta Di DIY yang banyak memanfaatkan Teknologi Informasi, perlu secara proaktif untuk melakukan pengembangan sumber daya manusianya agar lebih handal, inovatif dan profesional. Pelaksanaan peningkatan produktivitas perusahaan ini diperlukan dukungan dari sumber daya manusia yang handal, berkemampuan dan berketrampilan tinggi, sadar akan peran yang harus dimainkan serta memiliki kepuasan kerja yang tinggi dalam menjalankan tugas. Selain sumber daya manusia, Informasi merupakan salah satu sumber daya strategis yang harus dimiliki organisasi untuk dapat memenangkan persaingan global. Oleh karena itu, organisasi harus berusaha untuk mengoptimalkan peran informasi untuk mencapai tujuannya. Organisasi yang dapat mengelola dan memanfaatkan informasi secara efektif dan efisien akan memperoleh keuntungan di pasar global.

Pengelolaan informasi memerlukan suatu sistem informasi yang tidak ketinggalan jaman. Sehingga organisasi yang menekankan pengelolaan informasi pasti akan selalu mengembangkan sistem informasinya agar sesuai dengan tuntutan lingkungan global. Pengembangan sistem informasi berarti mengubah teknologi informasi yang digunakan oleh organisasi. Perubahan tersebut pasti menimbulkan akibat positif, maupun negatif. Akibat positifnya tentu adalah makin efisiennya kegiatan organisasi, sedangkan akibat buruknya kemungkinan besar, sumber daya yang ada di dalam organisasi tidak siap dengan perubahan teknologi. Keadaan seperti itu tentu menimbulkan demotivasi, sehingga kemungkinan teknologi informasi tidak dapat digunakan dengan optimal.

Untuk mengurangi dampak buruk perubahan sistem informasi, biasanya perusahaan menempuh berbagai cara misalnya dengan melibatkan pemakai

teknologi informasi dalam pengembangan sistem informasi atau yang disebut partisipasi pemakai, merancang suatu sistem perubahan yang familiar atau yang dikenal dengan proses sosialisasi, membuat komunikasi formal dalam pengembangan sistem informasi (McLeod, 1998).

Sistem informasi mempunyai peranan yang strategis dalam suatu perguruan tinggi, yaitu membantu manajemen perguruan tinggi dalam hal menyediakan informasi yang mendukung untuk dapat digunakan dalam pengambilan keputusan-keputusan. Karena mempunyai peranan yang strategis, maka suatu perguruan tinggi perlu memikirkan bagaimana caranya agar sistem informasi yang telah ada dan akan dibangun bisa mencapai kesuksesan.

Pada kenyataannya banyak sekali pegawai yang telah bekerja pada suatu perusahaan menampilkan kinerja yang rendah, sering mangkir kerja atau tidak disiplin. Selain itu banyak pula pegawai yang merasa tidak sesuai atau tidak menyenangi pekerjaannya karena berbagai macam hal baik yang berasal dari dalam dirinya maupun dari lingkungan kerjanya. Ketidakpuasan ini diantaranya karena pekerjaan yang dihadapi pegawai dirasakan terlalu ringan atau kurang menantang dibandingkan dengan kemampuan atau ketrampilan yang dimiliki pegawai. Hal ini dapat juga disebabkan karena pegawai merasa bahwa tidak memiliki kesempatan untuk bekerja, memiliki hubungan yang kurang baik dengan rekan kerja, kurang puas dengan kepemimpinan yang ditampilkan oleh atasan, tidak memiliki rasa aman dalam bekerja, lingkungan kerja yang tidak kondusif, gaji yang kurang memadai dengan pekerjaan yang dilakukan, Informasi yang diperlukan kurang cepat, akurat, tepat waktu, relevan, lengkap dan tersedia sesuai perkembangan dengan kata lain peran informasi untuk mencapai tujuan harus dioptimalkan.

Ketidakpuasan pada akhirnya akan berdampak buruk seperti terjadinya peningkatan prosentase pemangkiran kerja (*absenteeism*), meningkatkan ketidakdisiplinan waktu (*Attendance Behavior*), misalnya keterlambatan masuk kerja, waktu istirahat diperpanjang, waktu pulang dipercepat dan lain-lain. Berikut ini ditampilkan Ketertiban Pegawai hasil rekap *absenteeism* dan *Attendance Behavior* pegawai yang berada pada STMIK Akakom Yogyakarta.

**Tabel 1: Hasil Rekap *absenteeism* dan *Attendance Behavior* Pegawai STMIK Akakom Yogyakarta, selama 3 bulan Periode Juli sampai Oktober 2012**

Periode	Jumlah pegawai	<i>absenteeism</i>	<i>Attendance Behavior</i>
		X	Y
6 Juli – 5 Agst	69	0,23	0,90
6 Agst – 5 Sept	69	0,14	0,90
6 Sept – 5 Okt	69	0,13	0,87
<b>Jumlah</b>		0,5	2,67
<b>Rata-rata</b>		0,17	0,89

Sumber: Bag. Kepegawaian STMIK Akakom Yogyakarta 2012

Keterangan:

X = Tidak hadir tanpa keterangan yang sah

Y = Tidak disiplin waktu (Terlambat masuk kantor atau Pulang cepat)

Tabel 1 menunjukkan bahwa cukup banyak *absenteeism* (“Tidak hadir tanpa keterangan yang sah = X”) dilihat dari jumlah rata-rata untuk seluruh pegawai yang bekerja di STMIK Akakom Yogyakarta selama bulan Juli s.d Oktober 2012 mencapai sebesar 17%. Selanjutnya tingginya *Attendance Behaviour* (“Terlambat masuk kantor atau Pulang Cepat = Y”) dilihat dari rata-rata mencapai sebesar 89% selama bulan Juli s.d Oktober 2012. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kenyataannya banyak sekali pegawai STMIK Akakom Yogyakarta yang menunjukkan ketidakpuasan dalam bekerja sehingga menampilkan kinerja yang kurang produktif dengan tingginya rata-rata *absenteeism* dan *Attendance Behaviour*.

Fenomena tersebut akan sangat berpotensi menimbulkan konflik-konflik dan jika dibiarkan maka akan berpengaruh pada mekanisme operasional di lingkungan STMIK Akakom, terutama kinerja pegawai yang pada akhirnya akan mempengaruhi tingkat output yang telah ditetapkan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, sehingga upaya untuk mencapai produktivitas yang optimal akan sulit diwujudkan.

Keberhasilan dalam melaksanakan suatu pekerjaan tidak selalu sama antara satu individu dengan lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan karakteristik individu. Di samping itu, faktor lain yang dapat mempengaruhi kinerja yaitu faktor-faktor lain di luar individu atau dapat dikatakan faktor situasi kerjanya. Dalam tinjauan psikologis, kerja adalah suatu proses tingkah laku kerja seseorang sehingga menghasilkan kinerja sebagai suatu pencapaian keberhasilan yang diperoleh seseorang dari pekerjaannya.

Peningkatan pelayanan sudah merupakan tuntutan masyarakat, dan kesadaran akan kinerja yang optimal bagi masyarakat adalah bagian yang terpenting dari mekanisme aparat birokrasi, sehingga pelayanan kepada masyarakat harus mendapatkan prioritas dalam pelaksanaannya. Agar terjadi

peningkatan kinerja pegawai, profesional pegawai STMIK Akakom dalam menjalankan tugas perlu ditingkatkan melalui kepuasan kerja pegawai STMIK Akakom. Hal-hal mengenai pengaruh kepuasan kerja yang mempengaruhi kinerja pegawai STMIK Akakom Yogyakarta yang menarik perhatian untuk diteliti.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Bertolak dari latar belakang masalah dalam penelitian ini, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kepuasan kerja pegawai pada STMIK Akakom Yogyakarta
2. Bagaimana kinerja pegawai pada STMIK Akakom Yogyakarta
3. Apakah terdapat pengaruh kepuasan kerja pegawai terhadap kinerja pegawai pada STMIK Akakom Yogyakarta

## 1.3 Tujuan Penelitian

Bertolak dari latar belakang dalam penelitian ini, maka dapat diidentifikasi tujuan penelitian adalah untuk mengetahui dan menganalisis:

1. Kepuasan kerja pegawai pada STMIK Akakom Yogyakarta
2. Kinerja pegawai pada STMIK Akakom Yogyakarta
3. Pengaruh kepuasan kerja pegawai terhadap kinerja pegawai pada STMIK Akakom Yogyakarta

## 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Secara teoritis, penelitian ini memberikan sumbangan informasi dalam menilai kepuasan kerja serta kaitannya dengan kinerja pegawai STMIK Akakom Yogyakarta.
2. Secara praktis, hasil penelitian ini merupakan informasi yang bermanfaat yang dapat digunakan sebagai masukan dalam pengambilan keputusan guna memecahkan masalah dan merumuskan kebijaksanaan dalam mewujudkan kepuasan kerja pegawai STMIK Akakom Yogyakarta melalui kinerja pegawai STMIK Akakom Yogyakarta

## 2. Model, Analisa, Desain dan Implementasi

### 2.1 Kerangka Pikir

Pengembangan sumber daya manusia merupakan suatu upaya dalam meningkatkan kualitas manusia melalui pendidikan dan latihan, yang

selanjutnya dikaitkan dengan pemilihan penggunaan teknologi yang bertujuan pada peningkatan produksi secara efektif dan efisien.

Pengelolaan sumber daya manusia dalam suatu organisasi merupakan hal yang sangat penting untuk mendapatkan perhatian, karena kegagalan dalam pengelolaan sumber daya manusia akan menyebabkan gagalnya organisasi dalam menjalankan tugas dan fungsinya atau dengan perkataan lain gagal untuk mencapai tujuan organisasi. Oleh karena itu organisasi melalui pengelolaan sumber daya manusia dituntut untuk meningkatkan kepuasan kerja pegawai dalam upaya meningkatkan kinerja organisasi agar dapat mencapai tujuannya.

STMIK Akakom yang mempunyai tugas dan fungsi melayani masyarakat khususnya dibidang pendidikan, tentunya mengharapkan pegawainya agar memiliki kemampuan melayani dengan baik, selain faktor ketelitian dan kejujuran dalam melaksanakan pekerjaannya. Tuntutan organisasi tersebut tentunya tidak mungkin dapat dipenuhi oleh seluruh pegawai dalam waktu yang bersamaan, karena tidak samanya tingkat kepuasan yang mereka miliki yang mana dapat dilihat dari tindakan yang mereka lakukan seperti mangkir kerja, semangat kerja yang rendah, bahkan membiarkan kualitas pelayanan menjadi semakin memburuk tanpa ada upaya untuk bersama-sama memperbaikinya.

Secara umum Wexley dan Yuki (1977:98) mendefinisikan kepuasan kerja "*Job satisfaction is the way an employees feels about his or her job*".

Selanjutnya Davis (1985:96) mengemukakan bahwa: "*Job satisfaction is the favorableness or unfavorableness with employees view their work*".

Sedangkan Robbins (1996: 181-182) mengemukakan beberapa faktor yang berkaitan dengan pekerjaan yang mendorong kepuasan kerja, yaitu kerja yang secara mental menantang, ganjaran yang pantas, kondisi kerja yang mendukung, rekan kerja yang mendukung dan kesesuaian antara antara kepribadian dan pekerjaan. Faktor-faktor tersebut akan sangat berpotensi menimbulkan konflik-konflik personalia dan jika dibiarkan maka akan berpengaruh pada mekanisme operasional organisasi, terutama kinerja karyawan yang pada akhirnya akan mempengaruhi tingkat output yang telah ditetapkan, baik secara kualitas maupun kuantitas, sehingga upaya untuk mencapai produktivitas yang optimal akan sulit diwujudkan. Kepentingan para manajer pada kepuasan kerja ini cenderung pada pengaruhnya terhadap kinerja karyawan seperti produktivitas, kemangkiran, absensi dan *turn over*. Untuk lebih jelasnya faktor-faktor kepuasan kerja tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kerja yang secara mental menantang
2. Ganjaran yang pantas
3. Kondisi kerja yang mendukung
4. Rekan kerja yang mendukung
5. Kesesuaian antara kepribadian dan pekerjaan

Dari penegrtian-pengertian tersebut di atas dapatlah dikatakan bahwa kepuasan kerja merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan oleh STMIK Akakom, karena kepuasan kerja berkaitan erat dengan sikap dan tingkah laku pegawai terhadap pekerjaannya. Seseorang yang mempunyai kepuasan kerja tinggi cenderung akan bertingkah laku positif terhadap pekerjaannya, sebaliknya pegawai yang merasa tidak puas akan bersikap negatif terhadap pekerjaan, yang akhirnya akan berpengaruh terhadap kinerja masing-masing pegawai.

Dengan demikian organisasi-organisasi dengan karyawan yang lebih terpuaskan cenderung lebih efektif daripada organisasi-organisasi dengan karyawan yang kurang terpuaskan.

Kinerja yang merupakan hasil dari suatu proses atau aktivitas pada fungsi tertentu yang dilaksanakan oleh seseorang baik individu maupun sebagai anggota dari suatu kelompok atau organisasi bisnis atau sosial pada periode tertentu yang hasilnya dapat dinikmati sendiri maupun kelompoknya atau organisasinya.

Gibson, Ivancevich dan Donnelly sebagai mana dikutip oleh Agus Dharma (1990:69) memberikan pengertian tentang kinerja, sebagai hasil yang diharapkan dari setiap perilaku pegawai yang berkaitan langsung dengan tugas-tugas pekerjaan dan yang perlu diselesaikan untuk mencapai sasaran suatu pekerjaan.

Benardin dan Russel (1993:379) memberikan pengertian tentang kinerja adalah catatan hasil (*outcome*) yang dicapai dari fungsi suatu pekerjaan atau kegiatan tertentu selama periode tertentu (*the record of outcome produced on a specified job function or activity during specified time period*).

Berkaitan dengan kinerja seseorang, apabila seorang pegawai dalam suatu organisasi merasakan kepuasan dalam bekerja, hal ini akan berdampak padapekerjaannya sehingga hasil kerjanya akan baik. Pegawai yang merasakan kepuasan atas kerjanya akan cenderung untuk berupaya meningkatkan prestasi kerjanya, sehingga kinerja pegawai secara umum akan berdampak pada kinerja organisasi. Jika kinerja organisasi secara utuh dimiliki akan diperoleh produktivitas organisasi melalui hasil kerja pegawai yang efektif dan efisien sebagai akibat dari adanya kepuasan dalam bekerja untuk setiap pegawainya.

Kinerja pada dasarnya berhubungan erat dengan pemenuhan sasaran individu dan akan memberikan sumbangan kepada sasaran organisasi, karena itu menjadi tugas penting bagi pihak manajemen untuk merumuskan unjuk kerja lebih dahulu, yaitu menentukan hasil apa yang diharapkan baik secara kualitas maupun kuantitas dari perilaku pegawai yang diarahkan untuk mencapai tujuan dan sasaran organisasi. Hubungan perilaku-prestasi meliputi berbagai tindakan, seperti pengidentifikasian masalah perencanaan, pengorganisasian dan pengendalian pekerjaan pegawai serta menciptakan iklim untuk memotivasi bagi pegawai. Dan pihak manajemen harus memusatkan perhatian pada perilaku yang berhubungan dengan unjuk kerja dan berusaha mencari cara untuk mencapai prestasi optimal.

Perhatian terhadap masalah kinerja adalah berkaitan dengan hal-hal mengenai:

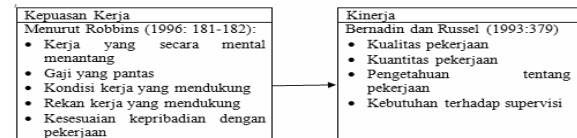
1. Keahlian dan ketrampilan yang dimiliki pegawai untuk melaksanakan pekerjaan
2. Sumber-sumber yang dibutuhkan pegawai untuk melaksanakan pekerjaan
3. Kesadaran para pegawai akan masalah prestasi
4. Kapan masalah prestasi akan terjadi
5. Reaksi pegawai atas masalah prestasi
6. Tindakan yang diperlukan untuk menanggulangi masalah prestasi

Teori yang banyak dipergunakan mengenai bagaimana karakteristik pekerjaan berpengaruh terhadap pegawai adalah teori karakteristik pekerjaan yang dikemukakan oleh Hackman dan Oldham, 1976, 1980 (dalam Spector: 1997:31) dimana teori dasar karakteristik pekerjaan adalah pegawai dapat termotivasi oleh kepuasan mereka dengan mengetahui pekerjaan yang dilakukan. Ketika pegawai memahami pekerjaan yang dilakukannya dengan lebih dinikmati dan lebih berarti, sehingga pekerjaan yang dilakukannya akan menimbulkan motivasi untuk berprestasi. Berikut ini ditunjukkan bagaimana inti dari karakteristik pekerjaan merupakan bagian dari segi psikologi dalam menentukan perubahan dalam prestasi kerja, kepuasan kerja, motivasi kerja dalam melakukan pekerjaannya.

Berkaitan dengan kinerja seseorang, apabila seorang pegawai dalam suatu organisasi tidak merasakan kepuasan dalam bekerja, hal ini akan berdampak pada pekerjaannya sehingga hasil kerjanya akan tidak baik. Seperti dikemukakan oleh Spector (1997: 55-56), secara umum bahwa kepuasan kerja seharusnya berhubungan dengan kinerja dan prestasi kerjanya. Pegawai yang merasakan kepuasan atas kerjanya akan cenderung untuk berupaya meningkatkan prestasi kerjanya, sehingga kinerja pegawai secara umum akan berdampak pada kinerja organisasi. Jika kinerja organisasi secara

utuh dimiliki, akan diperoleh produktivitas organisasi melalui hasil kerja pegawai yang efektif dan efisien sebagai akibat dari adanya kepuasan dalam bekerja untuk setiap pegawainya.

Berdasarkan penjelasan mengenai keterkaitan antara kepuasan kerja pegawai terhadap kinerja pegawai, untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam bentuk gambar kerangka pemikiran sebagai berikut.



**Gambar 1: Kerangka Pikir**

## 2.2 Teori

Kepuasan kerja, menurut Robbins (1996) adalah sikap umum (perasaan yang menyenangkan atau tidak menyenangkan) seorang individu yang merujuk pada pekerjaannya. Indikator untuk kepuasan kerja menurut Robbins (1996) adalah:

- 1) Kerja yang secara mental menantang  
Dalam hal ini karyawan cenderung lebih menyukai pekerjaan-pekerjaan yang dapat memberikan kesempatan untuk menggunakan ketrampilan dan kemampuan yang dimiliki dan menawarkan beragam tugas, kebebasan dan umpan balik dari pihak perusahaan.
- 2) Gajaran yang pantas  
Para karyawan yang menginginkan sistem upah dan kebijakan promosi yang dipersepsikan sebagai kompensasi yang adil dari pihak perusahaan dan tidak meragukan serta sejajar dengan penghargaan yang diterima.
- 3) Kondisi kerja yang mendukung  
Karyawan peduli akan lingkungan kerja yang baik untuk kenyamanan pribadi maupun untuk memudahkan mengerjakan tugas-tugas dengan baik. Studi-studi memperlihatkan bahwa karyawan lebih menyukai keadaan fisik sekitar yang tidak berbahaya atau merepotkan seperti temperatur, cahaya, dan faktor-faktor lingkungan lain yang seharusnya tidak ekstrim, dengan fasilitas yang memadai.
- 4) Rekan sekerja yang mendukung  
Bagi kebanyakan karyawan, kerja juga mengisi kebutuhan akan interaksi sosial. Oleh karena itu, tidaklah mengejutkan jika mempunyai rekan kerja yang memiliki sikap ramah dapat mendukung terhadap kepuasan kerja.
- 5) Kesesuaian antara kepribadian dan pekerjaan  
Kecocokan yang tinggi antara kepribadian seorang karyawan dan pekerjaan akan menghasilkan individu yang lebih terpuaskan.



Menurut Mangkunegara (2002) kinerja adalah hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seorang pegawai dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggungjawab yang diberikan kepadanya. Sedangkan indikator kinerja adalah menurut Mangkunegara (2002:69):

- 1) Kualitas kerja yang meliputi ketepatan, ketelitian, ketrampilan serta kebersihan.
- 2) Kuantitas kerja yang meliputi *output* rutin serta *output* non rutin (ekstra)
- 3) Keandalan atau dapat tidaknya diandalkan yakni dapat tidaknya mengikuti instruksi, kemampuan inisiatif, kehati-hatian serta kerajinan
- 4) Sikap yang meliputi sikap terhadap perusahaan, pegawai lain, pekerjaan serta kerjasama.

Kinerja atau *performance* menurut Bernardin & Russel (1993:378) dalam Ruky (2001) ialah catatan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari fungsi-fungsi pekerjaan tertentu atau kegiatan selama kurun waktu tertentu. Elemen kinerja antara lain: teknologi, kualitas input, kualitas lingkungan fisik, iklim dan budaya organisasi dan sistem kompensasi atau imbalan.

### 2.3 Hipotesa

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan, maka dalam penelitian ini akan ditetapkan hipotesis penelitian sebagai berikut: “Terdapat pengaruh kepuasan kerja terhadap kinerja pegawai STMIK Akakom Yogyakarta”

### 2.4 Analisa, atau desain dan implementasi

Dalam penelitian ini analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode analisis deskriptif dan metode analisis inferensial.

#### Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk digeneralisasikan. Telah disampaikan di atas pada Sub-Bab Metode Pengumpulan Data, kategori data dibagi menjadi 5 (lima) dari skor 1 sampai dengan 5. Untuk mengelompokkan data pada masing-masing kategori tersebut, perlu dibuat *range* (interval) dengan rumus berikut ini.

$$Int = \frac{\sum S_{max} - \sum S_{min}}{\sum K_i}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} Int &= \text{Interval} \\ \sum S_{Max} &= \text{Skor Total Maksimum} \end{aligned}$$

$$\sum S_{Min} = \text{Skor Total Minimum}$$

$$\sum_{i=1}^n K_i = \text{Jumlah Kategori}$$

#### Analisis Inferensial

Guna melakukan analisis inferensial dari penelitian ini, alat analisis yang digunakan adalah *Partial Least Square* (PLS), yaitu dengan metode SEM (*Structural Equation Modelling*) yang berbasis *variance*, dengan *software* SmartPLS 2.0.

*Partial Least Square* (PLS) merupakan metode analisis yang *powerful* karena dapat diterapkan pada semua skala data, tidak membutuhkan banyak asumsi dan ukuran sampel tidak harus besar. PLS selain dapat digunakan sebagai konfirmasi teori juga dapat digunakan untuk membangun hubungan yang belum ada landasan teorinya atau untuk pengujian proposisi (Ghozali, 2006 dalam Wanabakti dan Dwiwardo, 2011:66).

Terdapat dua macam indikator dalam pendekatan PLS. Indikator pertama adalah indikator reflektif atau *reflective indicator*. *Reflective indicator* adalah indikator yang dianggap dipengaruhi oleh konstruk laten, atau indikator yang dianggap merefleksikan/merepresentasikan konstruk laten. *Reflective indicator* mengamati akibat yang ditimbulkan oleh variabel laten. Indikator kedua adalah indikator formatif atau *formative indicator*. *Formative indicator* adalah indikator yang dianggap mempengaruhi variabel laten (Wanabakti dan Dwiwardo, 2011 : 27 ).

Uji model di dalam *Partial Least Square* (PLS) dilakukan melalui outer model dan inner model. Menurut Wiyono (2011:402), *Outer model* atau model pengukuran pada prinsipnya menguji indikator terhadap variabel laten, atau dengan kata lain mengukur seberapa jauh indikator itu dapat menjelaskan variabel latennya. Indikator reflektif diuji dengan *convergen validity*, *discriminant validity* atau dengan *average variance extracted (AVE)*, dan *composite reliability*. Sedangkan indikator formatif diuji berdasarkan *substantive content*-nya, yaitu dengan membandingkan besarnya *relative weight* dan melihat signifikansinya. *Inner model* atau model struktural pada prinsipnya menguji pengaruh antara satu variabel laten dengan variabel laten lainnya baik eksogen maupun endogen, atau dapat dikatakan juga menguji hipotesis antara variabel laten yang satu dengan lainnya. Pengujian dilakukan dengan melihat persentase varian yang dijelaskan yaitu  $R^2$  untuk variabel laten dependen yang dimodelkan mendapatkan pengaruh dari variabel laten independen dengan menggunakan ukuran *stone-geisser Q square test*, serta melihat besarnya

koefisien jalur strukturalnya. Stabilitas dari estimasi ini di uji dengan menggunakan uji t-statistik yang diperoleh lewat prosedur bootstrapping. Tahapan pengujian PLS dilakukan sebagai berikut:

### Uji Indikator

Uji indikator atau disebut juga *Outer model* atau *measurement model* adalah menguji hubungan antara indikator terhadap variabel konstruksinya. Dari uji indikator ini diperoleh output validitas dan realibilitas model yang diukur dengan kriteria: *Convergent Validity*, *Discriminant Validity*, dan *Composite Reliability*.

- 1) *Convergent Validity*, dan *Discriminant Validity*  
*Convergent Validity* diukur dari korelasi antara skor indikator dengan konstruksinya. Indikator individu dianggap valid jika memiliki nilai korelasi di atas 0,50. Apabila ada indikator yang tidak memenuhi syarat ini maka harus dibuang. Selanjutnya dilakukan pengujian *discriminant validity* yang diukur dari *cross loading* antara indikator dengan konstruksinya. Indikator dinyatakan valid jika hubungan indikator dengan konstruksinya lebih tinggi dibandingkan dengan hubungannya dengan konstruk yang lain.
- 2) *Composite Reliability*  
Konstruk dinyatakan reliabel apabila *composite reliability* memiliki nilai di atas 0,70.

### Uji Hipotesis

*Inner Model* atau *structural model* sebenarnya merupakan uji hipotesis, menggambarkan hubungan dan pengaruh antar variabel laten berdasarkan pada *substantive theory*. Model persamaannya dapat dituliskan seperti dibawah ini.

$$\eta = \beta_0 + \beta\eta + r\xi + \zeta$$

Dimana:

$\eta$  = vector endogen (dependen) variabel laten  
 $\xi$  = vector exogen (independen) variabel laten  
 $\zeta$  = vector residual

Oleh karena PLS didesain untuk model *recursive*, maka hubungan antar variabel laten dapat dispesifikasikan sebagai berikut:

$$\eta_j = \sum_i \beta_{ji} \eta_i + \sum_b \gamma_{jb} \xi_b + \zeta_j$$

Dimana:

$\beta_{ji}$  dan  $\gamma_{jb}$  adalah koefisien jalur yang menghubungkan predictor endogen dan variabel laten exogen  $\xi_b$  dan  $\eta_i$  sepanjang range indeks I dan b. Sedangkan  $\zeta_j$  adalah *inner residual variabel*.

*Inner model* merupakan pengujian terhadap model structural dilakukan dengan melihat nilai R-square sebagai uji *goodness of fit model*. Selain itu juga dilakukan uji signifikansi pengaruh antar konstruk dengan melihat nilai koefisien parameter dan nilai signifikansi t-statistiknya.

### Analisis Jalur

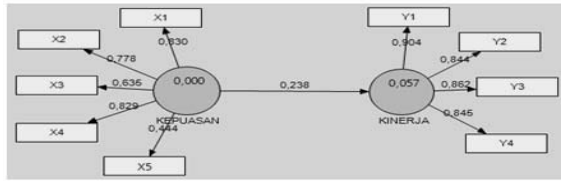
Analisis jalur pada prinsipnya adalah melakukan analisis terhadap model jalur dari suatu diagram yang menghubungkan antara variabel *independen* (eksogen), *intervening* (eksogen/endo-gen), dan *dependen* (endogen). Pola hubungan ditunjukkan dengan menggunakan anak panah dari variabel eksogen ke variabel endogen. Menurut Sarwono (2007), analisis jalur dapat dilakukan dengan menghitung pengaruh langsung (*Direct Effect*), pengaruh tidak langsung (*Indirect Effect*), dan pengaruh total (*Total Effect*), dengan formula sebagai berikut:

- a. Pengaruh Langsung  
 $X_n \rightarrow Y_1$  = sebesar koefisien parameter sesuai output (a)  
 $X_n \rightarrow Y_2$  = sebesar koefisien parameter sesuai output (b)  
 $Y_1 \rightarrow Y_2$  = sebesar koefisien parameter sesuai output (c)
- b. Pengaruh Tidak Langsung  
 $X_n \rightarrow Y_1 \rightarrow Y_2$  = sebesar a x c
- c. Pengaruh Total  
 $X_n \rightarrow Y_1 \rightarrow Y_2$  = sebesar a + c

### Kerangka Koseptual Penelitian

Kerangka konseptual penelitian menurut Sapto Haryoko dalam Iskandar (2008:54) sebagai mana dimuat dalam <http://yusrizalfirzal.wordpress.com/2010/11/22/kajian-teori-kerangka-konseptual-dan-hipotesis/> menjelaskan secara teoritis model konseptual variabel-variabel penelitian, tentang bagaimana pertautan teori-teori yang berhubungan dengan variabel-variabel penelitian yang ingin diteliti, yaitu variabel bebas dengan variabel terikat. Kerangka konseptual membahas saling ketergantungan antar variabel yang dianggap untuk melengkapi dinamika situasi atau hal yang sedang atau akan diteliti.

Kerangka konseptual dalam penelitian dapat disajikan melalui gambar sebagai berikut:



**Gambar 2: Kerangka Konsep Penelitian**

Kerangka konseptual penelitian tersebut di atas menyajikan suatu pengembangan model variabel kepuasan kerja sebagai variabel independen yang berdampak pada kinerja pegawai sebagai variabel dependen.

Variabel kepuasan kerja (X) diukur dengan 5 (lima) indikator, dan variabel kinerja pegawai (Y) diukur dengan 4 (indikator) indikator.

Keterangan:

- X = Kepuasan Kerja
- X1 = Kerja yang secara mental menantang;
- X2 = Ganjaran yang pantas
- X3 = Kondisi kerja yang mendukung
- X4 = Rekan sekerja yang mendukung
- X5 = Kesesuaian antara kepribadian dan pekerjaan
- Y = Kinerja
- Y1 = Kualitas
- Y2 = Kehandalan
- Y3 = Kuantitas
- Y4 = Sikap

### 3. Hasil

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis deskriptif dan analisis inferensial.

#### 3.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai variabel yang diukur dalam penelitian untuk diberikan penjelasan mengenai performa masing-masing variabel berdasarkan persepsi responden.

Dilihat dari distribusi frekuensi jawaban responden terhadap variabel kepuasan kerja adalah sebagai berikut :

**Tabel : 2 Distribusi Frekuensi Variabel Kepuasan Kerja**

BUTIR SOAL (X1)	ST		T		BS		R		SR		JUMLAH	
	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%
1	12	20,68	40	69,0	6	10,3	0	0,0	0	0,0	58	100
2	10	17,24	43	74,1	4	6,9	1	1,7	0	0,0	58	100
3	12	20,68	45	77,6	1	1,72	0	0,0	0	0,0	58	100
4	9	15,52	35	60,3	12	20,7	2	3,4	0	0,0	58	100
5	7	12,07	33	56,9	15	25,9	2	3,4	1	1,72	58	100
6	10	17,24	28	48,3	12	20,7	6	10,3	2	3,45	58	100
7	8	13,79	28	48,3	14	24,1	6	10,3	2	3,45	58	100
8	7	12,07	35	60,3	10	17,2	5	8,6	1	1,72	58	100
9	8	13,79	36	62,1	11	19	3	5,2	0	0,0	58	100
10	9	15,52	39	67,2	7	12,1	3	5,2	0	0,0	58	100
11	12	20,68	46	79,3	0	0	0	0,0	0	0,0	58	100
12	12	20,68	39	67,2	6	10,3	1	1,7	0	0,0	58	100
13	1	1,724	14	24,1	29	50	10	17,2	4	6,9	58	100
14	9	15,52	39	67,2	8	13,8	1	1,7	1	1,72	58	100
15	4	6,897	42	72,4	9	15,5	3	5,2	0	0,0	58	100
16	3	5,172	38	65,5	15	25,9	0	0,0	2	3,45	58	100
JUMLAH (X1)	133	14,33	580	62,5	159	17,1	43	4,6	13	1,4	928	100

Dari tabel tersebut di atas dapat diketahui bahwa 14,33% responden menyatakan “Sangat Tinggi” terhadap kepuasan kerja pegawai di STMIK AKAKOM Yogyakarta; 62,5% menyatakan “Tinggi”; 17,1% menyatakan “Biasa Saja”; 4,6% menyatakan “Rendah”; dan 1,4% responden menyatakan “Sangat rendah”.

Selanjutnya apabila dilihat dari distribusi frekuensi jawaban responden terhadap variabel kinerja adalah sebagai berikut :

**Tabel : 3 Distribusi Frekuensi Variabel Kinerja Pegawai**

BUTIR SOAL (X1)	ST		T		BS		R		SR		JUMLAH	
	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%	FREK	%
1	9	15,52	25	43,1	13	22,41	11	19,0	0	0,0	58	100
2	10	17,24	20	34,5	20	34,48	8	13,8	0	0,0	58	100
3	10	17,24	25	43,1	16	27,59	7	12,1	0	0,0	58	100
4	5	8,621	31	53,4	18	31,03	4	6,9	0	0,0	58	100
5	6	10,34	22	37,9	17	29,31	13	22,4	0	0,0	58	100
6	4	6,897	36	62,1	13	22,41	5	8,6	0	0,0	58	100
7	9	15,52	34	58,6	11	18,97	4	6,9	0	0,0	58	100
8	14	24,14	28	48,3	11	18,97	5	8,6	0	0,0	58	100
9	13	22,41	36	62,1	8	13,79	1	1,7	0	0,0	58	100
10	11	18,97	30	51,7	15	25,86	2	3,4	0	0,0	58	100
11	13	22,41	35	60,3	9	15,52	1	1,7	0	0,0	58	100
JUMLAH (X1)	104	16,3	322	50,5	151	23,67	61	9,6	0	0,0	638	100

Dari tabel tersebut di atas dapat diketahui bahwa 16,3% responden menyatakan “Sangat Tinggi” terhadap kinerja pegawai di STMIK AKAKOM Yogyakarta; 50,5% responden menyatakan “Tinggi”; 23,67% responden menyatakan “Biasa Saja”; dan 9,6% responden menyatakan “Rendah”.

#### 3.2 Analisis Inferensial

Pengujian *inner model* atau model struktural dilakukan untuk melihat hubungan antara konstruk, nilai signifikansi dan R-square dari model penelitian. Dalam menilai model dengan PLS dimulai dengan melihat R-square untuk setiap variabel laten dependen. Perubahan nilai R-square dapat digunakan untuk menilai pengaruh variabel laten independen tertentu terhadap variabel laten

dependen apakah mempunyai pengaruh yang substantive.

### 1) $R^2$ untuk variabel laten endogen

$R^2$  mengindikasikan bahwa hubungan beberapa variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya. Tidak ada ukuran yang pasti berapa besarnya  $R^2$  untuk mengatakan bahwa suatu pilihan variabel sudah tepat. Jika  $R^2$  semakin besar atau mendekati 1, maka model makin tepat. Output smartPLS dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai  $R^2$  adalah seperti tabel berikut :

**Tabel : 4 R Square ( $R^2$ )**

	R Square ( $R^2$ )
X (Kepuasan)	
Y (Kinerja)	0,057

Sumber : Output smartPLS

Tabel di atas memberikan nilai R Square terdapat pada Y sebesar 0,057 yang berarti bahwa variabel X (Kepuasan Kerja) mampu menjelaskan variabel Y (Kinerja) sebesar 5,7%. Ini berarti pengaruh kepuasan kerja terhadap kinerja pegawai sangat kecil.

Dalam kaitannya dengan teknologi informasi, pegawai belum diberi kesempatan berpartisipasi dalam pengembangan sistem informasi, baik secara langsung maupun tidak langsung berarti informasi yang mereka peroleh dapat terpenuhi, sehingga mereka cukup mengenal sistem informasi yang dioperasikan artinya partisipasi pegawai dapat memperbaiki kualitas sistem dan informasi yang dihasilkan sehingga dapat bermanfaat bagi pemakainya. Dengan berpartisipasi, pegawai dapat memberikan informasinya lengkap tentang kebutuhan informasi pemakai yang berkaitan dengan sistem informasi, dapat memperbaiki pemahaman pemakai tentang sistem dan memperkecil penolakan terhadap perubahan, sehingga sistem informasi yang dikembangkan akan dapat digunakan oleh para pemakai.

Kepuasan pegawai terhadap sistem informasi yang diwujudkan oleh aplikasi-aplikasi yang terdapat dalam sistem informasi, belum dapat membantu pegawai dalam penyelesaian pekerjaan, pembuatan keputusan dan efektivitas serta efisiensi pekerjaan, hal ini belum bisa meningkatkan kinerja sistem informasi. lingkungan kantor yang nyaman, kondusif, dan mendukung pekerjaan mutlak diperlukan. Lingkungan kerja bukan berarti hanya kantor saja, akan tetapi termasuk suasana kerja, dan hubungan antar pegawai perusahaan. Bila salah satu bagian dari lingkungan kerja tersebut ada yang membuat tidak nyaman seorang pegawai maka akan

berdampak terhadap menurunnya kinerja dan kontribusi pegawai tersebut terhadap perusahaan.

Kantor adalah tempat bekerja dimana kenyamanan kantor bergantung pada kebersihan, kerapian, ketenangan, keindahan, suhu dan udara yang sesuai, serta tata letak furniture dan ruangan yang baik. Perangkat kerja yang mendukung juga perlu diperhatikan. Jangan memaksakan penghematan terhadap perangkat kantor yang dapat menghambat pekerja. Beberapa perusahaan terkadang mempertahankan komputer tua yang suka *crash* dengan alasan masih dapat dipakai padahal justru kelambatan dan tuanya perangkat membuat waktu bekerja dan terkadang menghambat pekerja pada saat perangkat tua tersebut rusak. Kantor yang nyaman akan membuat pegawai betah dan tidak terburu-buru ingin meninggalkan kantor sehingga pekerja lebih berkonsentrasi dalam melakukan pekerjaannya. Suasana kekeluargaan di kantor perlu dibina agar pegawai merasa sebagai bagian dari perusahaan dan memiliki rasa tanggung jawab terhadap perusahaan untuk menjaga nama baik perusahaan. Jangan sampai ada sifat iri, sinis, atau ada pertikaian antar pegawai karena akan mengganggu pekerjaan dan kinerja perusahaan.

Fasilitas teknologi yang ada belum bisa dimanfaatkan dengan optimal untuk menunjang pekerjaannya, dikarenakan adanya sebagian pegawai yang belum terampil mengoperasikan penggunaan teknologi informasi, sehingga Akakaom perlu memberikan pelatihan-pelatihan kepada pegawainya untuk mendukung penggunaan teknologi informasi yang ada.

### 2) Koefisien Parameter dan T-Statistik

Koefisien parameter dan T-Statistik mengindikasikan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikatnya, yang selanjutnya diuji dengan T-Statistik. Nilai T-tabel pada  $\alpha = 0,05$  uji satu arah (*one tailed*) dengan db=53 adalah 1,6741 (db=N-k-1 yang mana db merupakan derajat bebas, N merupakan jumlah sampel, dan k adalah jumlah variabel bebas). Output smartPLS dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai koefisien parameter dan t-statistik seperti tabel berikut :

**Tabel : 5 Koefisien Parameter dan T-Statistik**

	Original Sampel (Koefisien Parameter)	T Statistics	Keterangan
X -> Y	0,239655	0,436203	Tidak signifikan

Sumber : Output smartPLS

Tabel di atas menunjukkan bahwa hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat: Besarnya koefisien parameter variabel kepuasan

kerja (X) terhadap variabel kinerja pegawai (Y) sebesar 0,239655 sehingga menunjukkan bahwa variabel kepuasan kerja (X) terhadap variabel kinerja (Y) mempunyai pengaruh positif sebesar 23,97%. Sedangkan besarnya nilai T-Statistics 0,436203 ( $< t$  tabel 1,6741), nilai ini menunjukkan bahwa pengaruh variabel kepuasan kerja (X) terhadap variabel kinerja (Y) tidak signifikan, artinya ada pengaruhnya tetapi kecil.

### 3.3 Analisis Jalur

Analisis jalur pada prinsipnya melakukan analisis terhadap model jalur dari suatu diagram yang menghubungkan antara variabel *independen* (eksogen), *intervening* (eksogen/endogen), dan *dependen* (endogen). Pola hubungan ditunjukkan dengan menggunakan anak panah dari variabel eksogen ke variabel endogen. Analisis jalur dapat dilakukan dengan menghitung pengaruh langsung (*Direct Effect*), pengaruh tidak langsung (*Indirect Effect*), dan pengaruh total (*Total Effect*). Output smartPLS dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai koefisien jalur khususnya *Direct Effect*, *Total Effect* dan t-statistik seperti tabel berikut :

**Tabel : 6 Koefisien Jalur dan T-Statistik**

Fungsi Endogen Fungsi Eksogen		Direct Effect				Total Effect	
		Kepuasan Kerja (X)		Kinerja Pegawai (Y)		Kinerja Pegawai (Y)	
		Koef	T-Stat	Koef	T-Stat	Koef	T-Stat
Kepuasan Kerja	X	-	-	0,239655	0,436203	-	-

Sumber : Output smartPLS

Berdasarkan koefisien jalur sebagaimana tabel di atas dapat ditafsirkan sebagai berikut : Kepuasan kerja berpengaruh positif terhadap kinerja pegawai sebesar 0,239655 (T-stat 0,436203). Dengan demikian STMIK AKAKOM Yogyakarta, dalam rangka meningkatkan kinerja pegawai perlu memperhatikan faktor kepuasan kerja.

## 4. Kesimpulan

- 1) Pegawai non edukatif STMIK Akakom Yogyakarta 14,33% menyatakan “Sangat Tinggi” terhadap kepuasan kerja; 62,5%

menyatakan “Tinggi”; 17,1% menyatakan “Biasa Saja”; 4,6% menyatakan “Rendah”; dan 1,4% menyatakan “Sangat rendah”.

- 2) Pegawai non edukatif STMIK Akakom Yogyakarta 16,3% menyatakan “Sangat Tinggi” terhadap kinerja; 50,5% menyatakan “Tinggi”; 23,67% menyatakan “Biasa Saja”; dan 9,6% “Rendah”.
- 3) Kepuasan kerja terhadap kinerja pegawai mempunyai pengaruh positif sebesar 23,96 % tetapi tidak signifikan (artinya ada pengaruhnya tetapi sangat kecil)

## Daftar Pustaka

- Bernardin, H John and Russel Joyce E.A., 1993, Human Resource Management, McGraw-Hill, Inc, New York.
- Davis, Keith, 1985, Human Behavior at Work: Organizational Behavior, tata McGraw-Hill, Publishing Company, New Delhi
- <http://yusrizalfirzal.wordpress.com/2010/11/22/kajian-teori-kerangka-konseptual-dan-hipotesis/>
- Mangkunegara, A. Anwar Prabu, 2002, Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan, Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Robbins, Stephen P., 1996, Organizational Behavior: Concepts, Controversies, Applications, Seventh Edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey
- Wiyono, Gendro. 2011. Merancang Penelitian Bisnis, Dengan Alat Analisis SPSS 17.0 & SmartPLS 2.0. Yogyakarta: UPP STIM YKPN
- Wexley, Kenneth N. and Yuki, Gary A., 1977, Organizational Behavior and Personnel Psychology, Richard D. Irwin

## [CV Penulis]

Hera Wasiati, menyelesaikan studi S1 bidang Ilmu Pertanian pada Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta dan menyelesaikan S2 bidang Manajemen pada Magister Manajemen UST Yogyakarta.

# **PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN TIK BERBASIS KEMANDIRIAN SISWA TERHADAP MOTIVASI BELAJAR SISWA SD KELAS RENDAH**

**Sri Huning Anwariningsih,<sup>1)</sup> Sri Ernawati<sup>2)</sup> Ahmad Khoirul Anwar<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>*Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sahid Surakarta  
Jl. Adi Sucipto 154, Surakarta 57144  
082137631440*

*E-mail : zahra\_daffa@yahoo.com*

<sup>2)</sup>*Program Studi Psikologi, Universitas Sahid Surakarta  
Jl. Adi Sucipto 154, Surakarta 57144  
081804426774*

*E-mail : sriernawati76@yahoo.co.id*

<sup>2)</sup>*Program Studi Desain Komunikasi Visual, Universitas Sahid Surakarta  
Jl. Adi Sucipto 154, Surakarta 57144  
085642368068*

*E-mail : spetnaz\_er@yahoo.com*

## **Abstrak**

Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) di dunia pendidikan mengakibatkan mulai bergesernya pola pembelajaran. Penerapan Kurikulum 2013 menghendaki TIK diintegrasikan dengan semua mata pelajaran. Kondisi ini memaksa kesiapan anak didik dan pendidik dalam menguasai TIK. Salah satu solusi dalam mengejar ketertinggalan siswa dalam pengoperasian TIK adalah dengan pengembangan media pembelajaran berbasis kemandirian siswa yang dapat membantu siswa belajar TIK secara mandiri. Makalah ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media pembelajaran TIK berbasis kemandirian siswa terhadap motivasi belajar siswa kelas rendah. Penelitian ini menggunakan metode *Quasi-Experimental Research*. Dari hasil penelitian didapatkan data bahwa untuk uji hipotesis kuesioner motivasi jumlah siswa kelompok kontrol yang mengalami penurunan skor motivasi kriteria sangat tinggi sebesar 2,09% yaitu dari 10,42% menjadi 8,33%. Sedangkan pada kelompok eksperimen terjadi peningkatan skor motivasi kriteria sangat tinggi sebesar 12,5% yaitu dari 12,5% menjadi 25%. Secara umum terjadi peningkatan skor motivasi pada kelompok eksperimen. Dari uji perbedaan menggunakan uji t menunjukkan bahwa ada perbedaan antara skor rata-rata motivasi belajar akhir kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Sedangkan berdasar analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis kemandirian siswa berpengaruh terhadap motivasi belajar.

*Kata Kunci : kemandirian, media pembelajaran, motivasi belajar, Quasi-Experimental Research*

## **1. Pendahuluan**

Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) sudah merambah ke dunia pendidikan mengakibatkan mulai bergesernya pola pembelajaran. Apalagi dengan diberlakukannya Kurikulum 2013 dimana mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) akan diintegrasikan dengan semua mata pelajaran. Pemberlakuan Kurikulum 2013 menghendaki bahwa

kemampuan penguasaan Teknologi Informasi Komunikasi (TIK) harus diaplikasikan ke dalam kegiatan belajar mengajar.

Akan tetapi kondisi ini tidaklah mudah jika tidak didukung kesiapan siswa, guru, maupun sarana pendukung ICT yang dimiliki sekolah. Dari hasil penelitian<sup>[1]</sup> didapatkan data bahwa 90% sekolah masih menggunakan pola pembelajaran konvensional. Terkait ketersediaan komputer hanya

15% siswa yang mengaku memiliki komputer di rumahnya, sisanya menyatakan bahwa hanya mengenal komputer dari media massa. Berdasarkan hasil observasi, hanya 50% sekolah yang sudah menerapkan pelajaran TIK, sedangkan sisanya belum menerapkan pelajaran TIK sama sekali. Dari 50 % tersebut, hanya sebuah SD yang menerapkan TIK dari kelas 1 dan itupun masih masuk sebagai kegiatan ekstrakurikuler. Kebanyakan memulai pelajaran TIK baru mulai kelas 3. Kondisi ini cukup menyulitkan dalam rencana integrasi TIK dalam kurikulum 2013.

Salah satu solusi dalam mengejar keteringgalan siswa dalam pengoperasian TIK adalah dengan pengembangan media pembelajaran berbasis kemandirian siswa sehingga siswa dapat dibantu dalam belajar mengenal dan mengoperasikan TIK terutama pada siswa kelas rendah (kelas 1- 3).

Makalah ini bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh penggunaan media pembelajaran TIK berbasis kemandirian siswa terhadap motivasi belajar siswa kelas rendah. Pada sesi 2 akan menjelaskan tentang pengertian belajar, modus belajar, kemandirian, karakteristik siswa kelas rendah, dan media pembelajaran. Sesi berikutnya akan menjelaskan metode dalam pengumpulan data yang menggunakan kuesioner tentang motivasi belajar. Sesi ke 4 menampilkan hasil analisis data dan di bagian akhir pada makalah ini berisi tentang kesimpulan serta beberapa saran untuk topik penelitian pengembangan di masa yang akan datang.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1. Definisi Belajar

Belajar adalah suatu proses yang kompleks yang terjadi pada diri setiap orang sepanjang hidupnya dimana proses tersebut terjadi karena adanya interaksi seseorang dengan lingkungannya. Pembelajaran pada hakikatnya merupakan proses interaksi antara guru dan siswa baik secara langsung (kegiatan tatap muka) maupun tidak langsung yaitu pembelajaran dengan menggunakan berbagai media pembelajaran<sup>[2]</sup>.

Salah satu tanda bahwa seseorang telah belajar adalah adanya perubahan tingkah laku pada diri orang itu yang mungkin disebabkan oleh terjadinya perubahan pada tingkat pengetahuan, ketrampilan ataupun sikapnya<sup>[3]</sup>.

Hamalik (2005) yang dikutip oleh Apriyani<sup>[4]</sup> menyatakan bahwa seseorang dikatakan belajar apabila terjadi perubahan pada diri orang yang belajar akibat adanya latihan dan pengalaman melalui interaksi dengan lingkungannya. Sehingga dapat dinyatakan bahwa seseorang yang telah belajar

akan mendapatkan perubahan yang positif dalam dirinya.

### 2.2. Modus Belajar

Menurut Bruner (1966) yang dikutip oleh Azhar Arsyad<sup>[3]</sup> mengatakan ada tiga tingkatan utama modus belajar yaitu :

- Pengalaman langsung (*enactive*)  
Pada tingkatan ini, belajar dilakukan dengan mengerjakan langsung. Contoh dalam mempelajari kata simpul dipahami langsung dengan membuat simpul.
- Pengalaman pictorial/gambar (*iconic*)  
Pada tingkatan ini, belajar dilakukan dengan mempelajari dan memahami obyek belajar dari gambar, lukisan, foto atau film.
- Pengalaman abstrak (*symbolic*)  
Pada tingkatan ini, siswa mencocokkan obyek belajar yang ingin dipelajari dengan bayangan pada image mental atau mencocokkan dengan pengalamannya yang berkaitan dengan obyek belajar.

Agar proses belajar mengajar berjalan dengan baik maka harus ada interaksi antara siswa dan guru. Siswa diharapkan memanfaatkan semua alat inderanya sedang guru harus memberikan stimulus yang dapat diproses dengan berbagai indera. Semakin banyak alat indera yang digunakan untuk menerima dan mengolah informasi maka semakin besar kemungkinan informasi tersebut dapat dimengerti dan dipertahankan dalam ingatan<sup>[3]</sup>.

### 2.3. Motivasi Belajar

Motivasi adalah keinginan untuk melakukan sesuatu tindakan<sup>[5]</sup>. Jika dikaitkan dengan belajar maka motivasi belajar adalah keinginan anak didik untuk belajar atau keinginan untuk mendapatkan perubahan yang positif dalam dirinya melalui proses pembelajaran. Motivasi belajar dapat mempengaruhi hasil belajar anak didik. Dalam kegiatan belajar, motivasi sangat diperlukan, sebab seseorang yang tidak mempunyai motivasi dalam belajar, tidak akan mungkin melakukan aktivitas belajar.

Motivasi sangat penting untuk peserta didik dalam memacu prestasi belajarnya. Pendidik harus mampu memberikan upaya yang lebih baik agar motivasi pada diri peserta didik tumbuh dan berkembang<sup>[6]</sup>.

Hasil pembelajaran dapat dikategorisasi menjadi tiga indikator, yaitu (1) efektivitas pembelajaran, yang biasanya diukur dari tingkat keberhasilan (prestasi) siswa dari berbagai sudut; (2) efisiensi pembelajaran, yang biasanya diukur dari waktu

belajar dan/atau biaya pembelajaran, dan (3) daya tarik pembelajaran yang selalu diukur dari tendensi siswa ingin belajar secara terus-menerus. Keberhasilan proses belajar mengajar dapat dilihat dalam motivasi belajar yang ditunjukkan oleh para siswa pada saat melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Hal ini dapat dilihat dalam beberapa hal antara lain minat dan perhatian siswa terhadap pelajaran, semangat siswa untuk melakukan tugas-tugas belajarnya, tanggung jawab siswa dalam mengerjakan tugas-tugasnya, reaksi yang ditunjukkan siswa terhadap stimulus yang diberikan guru, rasa senang dan puas dalam mengerjakan tugas yang diberikan [7].

Ada dua jenis motivasi, antara lain<sup>[8]</sup>:

- a. Motivasi intrinsik, yaitu motivasi yang datangnya secara alamiah atau murni dari diri peserta didik itu sendiri sebagai wujud adanya kesadaran diri (*self awareness*) dari lubuk hati yang paling dalam. Motivasi intrinsik dapat berupa perasaan senang, kemauan, kecerdasan dan kemandirian<sup>[4]</sup>.
- b. Motivasi ekstrinsik adalah motivasi yang datangnya disebabkan faktor-faktor di luar diri peserta didik yaitu dorongan dari lingkungan sekitar seperti adanya pemberian nasehat dari gurunya, hadiah, kompetisi sehat antarpeserta didik, hukuman dsb.

Pendidik memiliki kewajiban untuk selalu memberikan motivasi yang positif sehingga anak didik akan lebih bersemangat dalam belajar. Anak didik yang bersemangat maka akan ada tendensi bahwa anak didik ingin belajar secara terus-menerus. Sehingga dapat dikatakan bahwa motivasi belajar berpengaruh terhadap keberhasilan proses pembelajaran dan hasil belajar siswa.

## 2.4. Karakteristik Siswa SD Kelas Rendah

Anak SD merupakan anak yang mengalami perubahan yang sangat drastis baik mental maupun fisik. Anak-anak didik mengalami tiga jenis perkembangan, yaitu perkembangan biologis/fisik, perkembangan didaktis, dan perkembangan psikologis<sup>[9]</sup>. Perkembangan biologis/fisik mencakup pertumbuhan biologis misalnya pertumbuhan otak, otot dan tulang. Perkembangan didaktis mencakup apa saja kebutuhan anak didik dalam menghadapi perubahan – perubahan dalam perkembangan pola pikir. Sedangkan perkembangan Psikologis berkaitan dengan perkembangan dan perubahan emosi individu.

Karakteristik anak usia SD adalah senang bermain, senang bergerak, senang bekerja dalam kelompok, serta senang merasakan/ melakukan

sesuatu secara langsung. Oleh karena itu, guru hendaknya mengembangkan pembelajaran yang mengandung unsur permainan, memungkinkan siswa berpindah atau bergerak dan bekerja atau belajar dalam kelompok, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat langsung dalam pembelajaran.

## 2.5. Kemandirian Siswa

Menurut Kamus Umum Bahasa Indonesia<sup>[10]</sup>, kata mandiri berarti dalam keadaan berdiri sendiri, tanpa bergantung pada orang lain. Sedangkan menurut Steinberg (dikutip Fleming<sup>[11]</sup>) kemandirian didefinisikan sebagai kemampuan individu dalam bertindak laku, merasakan sesuatu, dan mengambil keputusan berdasar kehendaknya sendiri. Dari beberapa definisi di atas, dapat penulis tarik kesimpulan bahwa *kemandirian belajar pada hakekatnya adalah kecenderungan anak untuk melaksanakan kegiatan belajar bebas dari pengendalian pihak luar, dengan kesadaran bahwa belajar adalah tugas dan tanggung jawabnya*.

S. C. Utami Munandar<sup>[12]</sup> mengatakan bahwa “Ciri-ciri kemandirian belajar siswa adalah adanya ketekunan, kerajinan, keuletan, keaktifan, inisiatif, disiplin, kepatuhan, kerapian, kemandirian, dan kebebasan.”

## 2.6. Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan alat bantu pada proses belajar baik di dalam maupun di luar kelas. Sudjana & Rivai<sup>[13]</sup> mengemukakan ada beberapa manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa, yaitu : (1) pembelajaran akan lebih menarik siswa sehingga akan menimbulkan motivasi untuk belajar, (2) bahan pelajaran akan lebih dapat dipahami siswa dan memungkinkan untuk menguasai dan mencapai tujuan pembelajaran, dan (3) metode mengajar akan lebih variatif tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penjelasan guru. Siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, memerankan, dan lain-lain.

Sudjana & Rivai<sup>[13]</sup> mengemukakan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa, yaitu :

1. pembelajaran akan lebih menarik siswa sehingga akan menimbulkan motivasi untuk belajar
2. bahan pelajaran akan lebih dapat dipahami siswa dan memungkinkan untuk menguasai dan mencapai tujuan pembelajaran.



3. metode mengajar akan lebih variatif tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penjelasan guru.
4. siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, memerankan, dan lain-lain.

Keberadaan Teknologi Informasi memungkinkan kemunculan media alternatif lain sebagai media pengajaran selain media pengajaran konvensional seperti buku ajar. Media ini dapat digunakan sebagai media pendukung bagi kegiatan pendidikan dan pengajaran efektif dan memberikan kemudahan pembelajaran bagi siswa.

Penggunaan media pembelajaran berbasis komputer akan merangsang anak didik menjadi lebih aktif. Pengaruh yang lain adalah pembelajaran akan lebih menarik siswa sehingga akan menimbulkan motivasi untuk belajar. Siswa akan lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, dan mendemonstrasikan. Keberadaan media pembelajaran berbasis komputer ini juga akan memotivasi siswa untuk belajar secara mandiri. Ali, M<sup>[14]</sup> menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran berbantuan komputer mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap daya tarik siswa untuk mempelajari kompetensi yang diajarkan.

Sejalan dengan perkembangan TIK telah terjadi perubahan pandangan mengenai peran guru dan siswa dalam pembelajaran. Peran guru telah berubah dari: (1) sebagai penyampai pengetahuan, sumber utama informasi, ahli materi, dan sumber segala jawaban, menjadi sebagai fasilitator pembelajaran, pelatih, kolaborator, navigator pengetahuan, dan mitra belajar; (2) dari mengendalikan dan mengarahkan semua aspek pembelajaran, menjadi lebih banyak memberikan lebih banyak alternatif dan tanggung jawab kepada setiap siswa dalam proses pembelajaran. Sementara itu peran siswa dalam pembelajaran telah mengalami perubahan yaitu: (1) dari penerima informasi yang pasif menjadi partisipan aktif dalam proses pembelajaran, (2) dari mengungkapkan kembali pengetahuan menjadi menghasilkan dan berbagai pengetahuan, (3) dari pembelajaran sebagai aktivitas individual (soliter) menjadi pembelajaran berkolaboratif dengan siswa lain. Lingkungan pembelajaran yang di masa lalu berpusat pada guru telah bergeser menjadi berpusat pada siswa.

Ada berbagai macam media pembelajaran berbasis komputer yang sudah dimanfaatkan dalam proses pembelajaran. Pengembangan media pembe-

lajaran berbasis komputer harus mampu mengakomodasi beberapa hal yang mencakup (1) kurikulum, sebagai seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu<sup>[15]</sup>, (2) media yang dibangun menggabungkan suara, video maupun gambar-gambar untuk mempermudah pemahaman siswa, (3) media pembelajaran ini lebih baik bersifat interaktif sehingga siswa dapat mengendalikan media ini dalam mendukung proses belajarnya, dan (4) desain tampilan secara visual harus memperhatikan kemampuan baca dan tulis siswa<sup>[16]</sup>.



Gambar 1. Media Pembelajaran TIK (sumber : Huning, 2013<sup>[16]</sup>)

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1. Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen. Jenis penelitian eksperimen yang digunakan adalah *Quasi-Experimental Research*. Tujuan dari penelitian ini membandingkan dua variabel yaitu penggunaan media pembelajaran TIK berbasis kemandirian siswa dalam pembelajaran TIK terhadap motivasi belajar siswa kelas 1-3 SDIT Insan Cendekia, Teras, Boyolali.

Pada penelitian ini terdapat kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada masing-masing kelompok akan diberikan *pretest* dan *posttest*. Sedangkan perlakuan hanya diberikan kepada kelompok eksperimen. Perlakuan untuk kelas eksperimen yaitu pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran TIK untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Setelah perlakuan selesai dilaksanakan *posttest*. Hasil *posttest* yang baik adalah bila nilai kelas berbeda secara signifikan. Sehingga perlakuan yang diberikan kepada kelas eksperimen (X) dapat berpengaruh secara signifikan terhadap motivasi belajar siswa.

### 3.2. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada siswa kelas 1-3 SDIT Insan Cendekia. Jumlah siswa kelas 1 sebanyak 38 siswa yang terdiri dari 2 kelas. Kelas 2 sebanyak 28 siswa dan siswa kelas 3 sebanyak 26 siswa. Jumlah kelompok kontrol dan eksperimen dibuat seragam jumlahnya untuk setiap kelasnya. Pemilihan kelompok kontrol dan eksperimen dilakukan secara *random*.

### 3.3. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini sebagai variabel bebas (*independen*) adalah media pembelajaran TIK (X) sedangkan variabel terikat (*dependen*) adalah motivasi. Instrumen yang digunakan untuk mengukur motivasi belajar (Y) adalah kuesioner.

### 3.4. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data ini terdiri dari observasi dan pembagian kuesioner. Instrumen yang digunakan adalah kuesioner sistem tertutup dan langsung. Dikatakan kuesioner langsung datanya yaitu data yang diambil berasal dari siswa. Dikatakan tertutup karena dalam kuesioner tersebut sudah disediakan alternatif jawaban dan siswa tinggal memilih salah satu jawaban tersebut.

Kuesioner motivasi ini terdiri dari 20 item pertanyaan dan terdapat dua model item pernyataan yaitu item *unfavorable* (kuesioner negatif) dan item *favorable* (kuesioner positif). Skor motivasi belajar yang diperoleh siswa setelah siswa mengisi angket motivasi belajar yang berbentuk skala Likert dengan rentangan angka 1 hingga 4.

### 3.5. Teknik Analisis Data

#### 3.5.1. Analisis Hasil Kuesioner Motivasi Belajar Siswa

Data kuesioner motivasi belajar digunakan untuk melihat motivasi siswa dalam proses pembelajaran menggunakan media pembelajaran TIK. Nilai kuesioner diperoleh dengan cara menghitung skor total siswa yang menjawab masing-masing item sebagaimana terdapat pada kuesioner.

Data tersebut kemudian dianalisis dengan teknik persentase yang dinyatakan oleh Apriyani (2011) sebagai berikut:

$$\text{skoring}(\%) = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (3.1)$$

Di mana  $n$  = skor yang diperoleh

$N$  = skor maksimal =  $\sum$  pernyataan  $\times$  skor

Sedangkan rentang nilai dan kriteria penilaian yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rentang Nilai Dan Kriteria Penilaian Motivasi

Rentang Nilai	Kriteria Penilaian
$81 \leq x \leq 100$	Sangat Tinggi
$61 \leq x \leq 80$	Tinggi
$41 \leq x \leq 60$	Sedang
$21 \leq x \leq 40$	Rendah
$0 \leq x \leq 20$	Sangat Rendah

#### 3.5.2. Uji Hipotesis Kuesioner Motivasi

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan motivasi belajar siswa secara signifikan antara sebelum dilakukan tindakan dan setelah tindakan pada kelas eksperimen. Uji hipotesis dilakukan setelah terkumpul data dari hasil kuesioner yang dibagikan kepada siswa sebelum perlakuan dan setelah perlakuan.

Adapun hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut: Nilai rata-rata hasil kuesioner setelah perlakuan  $>$  Nilai rata-rata hasil kuesioner sebelum perlakuan, artinya bahwa terdapat pengaruh positif dan signifikan terhadap rerata motivasi belajar siswa yang menggunakan media pembelajaran TIK.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Analisis Validitas Kuesioner Motivasi

Penelitian ini diawali dengan melakukan uji coba instrumen penelitian. Kuesioner motivasi sebelum dijadikan instrumen penelitian telah dilakukan uji validitas dan reliabilitas dengan mengambil responden siswa kelas 1-3 SDN Kadireso sebanyak 67 siswa. Pengujian validitas dilakukan dengan mengkorelasikan skor item dengan skor total. Korelasi yang digunakan adalah Korelasi Pearson. Perhitungan dilakukan dengan bantuan SPSS versi 19.0, maka apabila dilihat di dalam tabel  $r$  (korelasi pearson) maka batas koefisien dengan taraf signifikansi 5% adalah sebesar 0,240. Sehingga batas nilai koefisien yang digunakan adalah 0,240. Dari hasil uji validitas terdapat 15 soal yang valid (Tabel 4.1). Kuesioner dengan 15 item pernyataan ini yang digunakan untuk instrument penelitian pada SDIT Insan Cendekia.

Tabel 4.1. Hasil Uji Validitas Kuesioner Motivasi

	Pearson Correlation	keterangan
item1	,493	valid
item2	,258	valid
item3	,077	tidak valid
item4	,247	valid
item5	,009	tidak valid
item6	,429	valid
item7	,404	valid
item8	,457	valid
item9	,048	tidak valid
item10	,346	valid
item11	,298	valid
item12	,296	valid
item13	,245	valid
item14	,030	tidak valid
item15	,246	valid
item16	,348	valid
item17	,199	tidak valid
item18	,537	valid
item19	,339	valid
item20	,292	valid

Berdasar uji validitas yang telah dilakukan maka untuk prosentase skoring menjadi

$$\text{skoring}(\%) = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (4.1)$$

## 4.2 Analisis Deskriptif Motivasi Belajar

### 4.2.1 Motivasi Awal Kelompok Eksperimen

Hasil skoring kuesioner motivasi awal siswa SDIT Insan Cendekia kelompok eksperimen sebelum mendapat perlakuan dapat dideskripsikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Analisis Deskriptif Kuesioner Motivasi Awal

Descriptive Statistics					
	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
skor motivasi	46	38	85	64,67	12,951
Valid N (listwise)	46				

### 4.2.2 Motivasi Akhir Kelompok Eksperimen

Hasil skoring kuesioner motivasi akhir siswa SDIT Insan Cendekia kelompok eksperimen setelah mendapat perlakuan dapat dideskripsikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Analisis Deskriptif Kuesioner Motivasi Akhir

Descriptive Statistics					
	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
skor motivasi	46	45	95	73,59	12,669
Valid N (listwise)	46				

### 4.2.3 Motivasi Awal Kelompok Kontrol

Hasil skoring kuesioner motivasi awal siswa SDIT Insan Cendekia kelompok kontrol dapat dideskripsikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Analisis Deskriptif Kuesioner Motivasi Awal

Descriptive Statistics					
	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
skor motivasi	46	45	85	64,78	10,713
Valid N (listwise)	46				

### 4.2.4 Motivasi Akhir Kelompok Kontrol

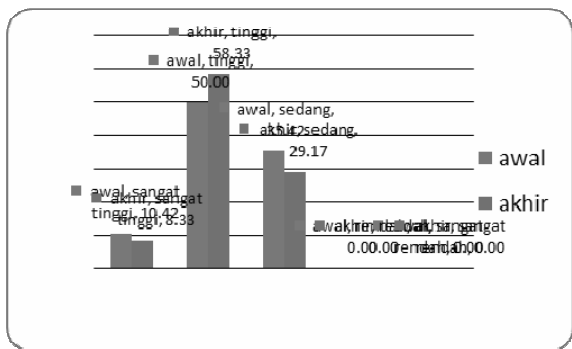
Hasil skoring kuesioner motivasi akhir siswa SDIT Insan Cendekia kelompok kontrol dapat dideskripsikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Analisis Deskriptif Kuesioner Motivasi Akhir

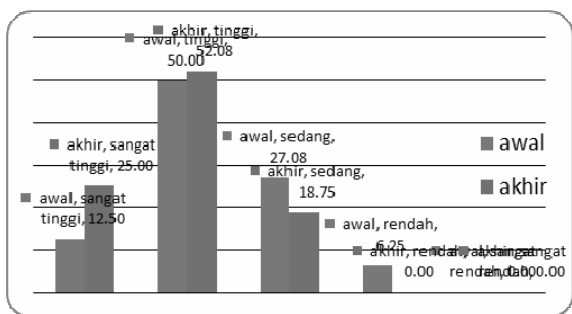
Descriptive Statistics					
	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
skor motivasi	46	43	87	64,96	11,426
Valid N (listwise)	46				

Dari Tabel 4.2 – Tabel 4.5 dapat dilihat ada perbedaan skor motivasi awal dan akhir antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

Berdasar kriteria penilaian pada Tabel 3.1 maka rentang penilaian untuk kelompok kontrol dan kelompok eksperimen disajikan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa jumlah siswa kelompok kontrol yang mengalami penurunan skor motivasi kriteria sangat tinggi sebesar 2,09% yaitu dari 10,42% menjadi 8,33%. Sedangkan pada kelompok eksperimen terjadi peningkatan skor motivasi kriteria sangat tinggi sebesar 12,5% yaitu dari 12,5% menjadi 25% (Gambar 4.2). Secara umum terjadi peningkatan skor motivasi pada kelompok eksperimen.



Gambar 4.1. Rentang Penilaian Kelompok Kontrol



Gambar 4.2. Rentang Penilaian Kelompok Eksperimen

### 4.3 Uji Perbedaan Rata-Rata Motivasi Belajar Akhir Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol

Perhitungan uji t dilakukan dengan bantuan SPSS versi 19.0 menggunakan *independent samples t-test* bertujuan untuk melihat perbedaan rata-rata motivasi siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Dari perhitungan SPSS didapatkan data sbb (Tabel 4.6 dan Tabel 4.7):

Tabel 4.6. Statistik Grup

Group Statistics				
kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
motiva kontrol	46	64,96	11,426	1,685
si eksperimen	46	73,59	12,669	1,868

Tabel 4.7. Independent Samples Test

			motivasi	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances		F	,798	
		Sig.	,374	
t-test for Equality of Means		t	-3,428	-3,428
		df	90	89,058
		Sig. (2-tailed)	,001	,001
		Mean Difference		
		Std. Error Difference	-8,622	-8,622
		Lower	2,515	2,515
		Upper		
	95% Confidence Interval of the Difference		-13,619	-13,620
			-3,625	-3,624

Dari uji t didapatkan data bahwa jumlah data siswa kelompok kontrol dan kelompok eksperimen masing-masing sebanyak 46 siswa.

Langkah pertama dalam uji perbedaan adalah uji Levene's (uji homogenitas) dengan F test, artinya jika varian sama maka uji t menggunakan output *Equal variances assumed* dan jika varian berbeda maka menggunakan *Equal variances not assumed*.

Langkah-langkah uji F adalah sbb:

- Menentukan hipotesis  
Ho = kedua varian adalah sama  
Ha = kedua varian adalah berbeda
- Kriteria pengujian (berdasar signifikansi)  
Ho diterima jika signifikansi > 0,05  
Ho ditolak jika signifikansi < 0,05

3. Jika nilai signifikansi  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima sehingga dapat disimpulkan kedua varian sama. Dari Tabel 4.7 didapatkan nilai signifikansi  $0,374 > 0,05$  sehingga  $H_0$  diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua varian sama. Dengan ini pengujian uji t menggunakan *Equal variances assumed*.

Langkah Kedua adalah uji t dengan langkah-langkah sbb:

- Menentukan Hipotesis  
 $H_0$  = tidak ada perbedaan skor motivasi akhir kelompok kontrol dan kelompok eksperimen  
 $H_a$  = ada perbedaan skor motivasi akhir kelompok kontrol dan kelompok eksperimen
- Menentukan tingkat signifikansi  
 Pengujian menggunakan uji dua sisi dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$
- Menentukan t hitung  
 Dari Tabel 4.7 didapat nilai t hitung (*Equal variances assumed*) sebesar -3,428
- Menentukan t tabel  
 Tabel distribusi t dicari pada  $\alpha = 5\% : 2 = 2,5\%$  (uji 2 sisi) dengan derajat kebebasan ( $df$ ) =  $n-2 = 90$ . Dengan pengujian 2 sisi (signifikansi = 0,025) diperoleh t tabel sebesar 1,987.
- Kriteria Pengujian  
 $H_0$  diterima jika  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq t \text{ tabel}$   
 $H_0$  ditolak jika  $-t \text{ hitung} < -t \text{ tabel}$  atau  $t \text{ hitung} > t \text{ tabel}$ .
- Membandingkan t hitung  
 Dari pengujian didapatkan data bahwa nilai -t hitung = -3,428 dan -t tabel = -1,987 sehingga  $H_0$  ditolak. Artinya bahwa ada perbedaan antara skor motivasi belajar akhir kelompok kontrol dan kelompok eksperimen

#### 4.4. Uji Tingkat Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Terhadap Motivasi Belajar Siswa

Pada uji tingkat pengaruh ini menggunakan analisis regresi linier sederhana karena hanya terdapat satu variabel bebas dan satu variabel terikat. Dari hasil analisis regresi linier menggunakan SPSS 19.0 didapatkan hasil sbb (Tabel 4.8 – Tabel 4.11):

**Tabel 4.8 Variables Entered/Removed<sup>b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	skor <sup>a</sup>	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: kelompok

**Tabel 4.9. Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,332 <sup>a</sup>	,110	,100	,477

a. Predictors: (Constant), skor

**Tabel 4.10. ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,532	1	2,532	11,132	,001 <sup>a</sup>
	Residual	20,468	90	,227		
	Total	23,000	91			

a. Predictors: (Constant), skor

b. Dependent Variable: kelompok

**Tabel 4.11. Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2,354	,261		9,029	,000
skor	-,012	,004	-,332	-3,336	,001

a. Dependent Variable: kelompok

Dari hasil analisis di atas dapat diketahui bahwa persamaan regresi sederhana untuk motivasi adalah

$$Y = a + bX = 2,354 - 0,012X \quad (4.2)$$

Dimana :

Y : variabel terikat

X : variabel bebas.

a : Nilai konstanta

b : koefisien regresi

Dari persamaan (4.2) dapat disimpulkan bahwa jika tidak menggunakan media pembelajaran maka skor motivasi nilainya negative sebesar -2,354. Koefisien bernilai negatif artinya jika tidak menggunakan media pembelajaran maka motivasi akan turun.

Dari Tabel 4.9 menggambarkan derajat keeratan hubungan antarvariabel.

- Angka R sebesar 0,332(a) menunjukkan bahwa korelasi/hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebasnya adalah lemah (karena besarnya  $< 0,5$ ).
- Angka R Square atau Koefisien Determinasi adalah 0,110. Ini artinya bahwa 0,110 atau 11% variasi dari motivasi dapat dijelaskan oleh variasi dari variabel bebas, yaitu penggunaan. Sedangkan sisanya ( $100-11 = 89$ ) atau 89% dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain.

- Std. Error of the Estimate yang nilainya 0.477 menggambarkan tingkat ketepatan prediksi regresi, dimana semakin kecil angkanya maka semakin baik prediksinya.

Sedangkan dari Uji t untuk mengetahui tingkat signifikansi pengaruh penggunaan media pembelajaran dan motivasi, didapatkan hasil sbb (Tabel 4.11):

1. Menentukan Hipotesis  
Ho = penggunaan media tidak berpengaruh terhadap motivasi belajar  
Ha = penggunaan media berpengaruh terhadap motivasi belajar
2. Menentukan tingkat signifikansi  
Pengujian menggunakan uji dua sisi dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$
3. Menentukan t hitung  
Dari Tabel 4.11 didapat nilai t hitung sebesar -3,336
4. Menentukan t tabel  
Tabel distribusi t dicari pada  $\alpha = 5\% : 2 = 2,5\%$  (uji 2 sisi) dengan derajat kebebasan (df) =  $n-k-1 = 90$  (k adalah jumlah variabel bebas). Dengan pengujian 2 sisi (signifikansi = 0,025) diperoleh t tabel sebesar 1,987.
5. Kriteria Pengujian  
Ho diterima jika  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq t \text{ tabel}$   
Ho ditolak jika  $-t \text{ hitung} < -t \text{ tabel}$  atau  $t \text{ hitung} > t \text{ tabel}$ .
6. Membandingkan t hitung  
Dari pengujian didapatkan data bahwa nilai -t hitung = -3,336 dan -t tabel = -1,987 sehingga Ho ditolak. Artinya bahwa penggunaan media berpengaruh terhadap motivasi belajar.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa untuk uji hipotesis kuesioner motivasi jumlah siswa kelompok kontrol yang mengalami penurunan skor motivasi kriteria sangat tinggi sebesar 2,09% yaitu dari 10,42% menjadi 8,33%. Sedangkan pada kelompok eksperimen terjadi peningkatan skor motivasi kriteria sangat tinggi sebesar 12,5% yaitu dari 12,5% menjadi 25%. Secara umum terjadi peningkatan skor motivasi pada kelompok eksperimen. Dari uji perbedaan menggunakan uji t menunjukkan bahwa ada perbedaan antara skor rata-rata motivasi belajar akhir kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Sedangkan berdasarkan analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis kemandirian siswa berpengaruh terhadap motivasi belajar.

Berdasar dari penelitian yang telah dilakukan, penggunaan media pembelajaran yang berbasis komputer dengan menggabungkan suara, video maupun gambar-gambar, bersifat interaktif, dan mengakomodasi kemampuan baca tulis kelas siswa rendah dapat meningkatkan motivasi siswa untuk belajar sehingga dapat memahami materi pelajaran berdasar kurikulum yang ada. Penelitian ini diharapkan dapat memotivasi para pengajar terutama di kelas rendah untuk menciptakan media-media pembelajaran lain yang lebih inovatif dan kreatif sehingga dapat mengubah paradigma siswa bahwa belajar itu menyenangkan.

## Daftar Pustaka

- [1] Huning A, Sri, "Model Pembelajaran Teknologi Informasi Komunikasi (TIK) Sekolah Dasar Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Menggunakan Media Interaktif Berbasis Kemandirian Siswa", Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 1 DIKTI, Program Studi Teknik Informatika, Univ Sahid Surakarta, Surakarta, 2012.
- [2] Rusman, "Model-model Pembelajaran, mengembangkan profesionalisme guru", PT Rajagrafindo Persada, Jakarta, 2011.
- [3] Arsyad, Azhar, "Media Pembelajaran", Rajawali Press, Jakarta, 2006.
- [4] Apriyani, Dwi Kurnia, "Pengaruh Penggunaan Metode Eksperimen Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran IPA Siswa Kelas V Sd N 2 Katekan Kecamatan Ngadirejo Kabupaten Temanggung Tahun Pelajaran 2011/2012", Skripsi, Program Studi S1 Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, 2011
- [5] Syarifuddin & Nasution, I, "Manajemen Pembelajaran", Quantum Teaching, Ciputat, 2005.
- [6] Hatimah, I. , "Pembelajaran Berwawasan Kemasyarakatan", Universitas Terbuka, Jakarta, 2007
- [7] Sudjana, N, "Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar", PT Remaja Rosdakarya, Bandung, 2010.
- [8] Hanafiah & Suhana, S, "Konsep Strategi Pembelajaran", Refika Aditama, Bandung, 2010.
- [9] Suryabrata, Sumadi, "Psikologi Pendidikan", PT RajaGrafindo Persada, Jakarta, 2012.
- [10] Pusat Bahasa Depdiknas, Kamus Besar Bahasa Indonesia edisi III, Balai Pustaka, Jakarta, 2007

- [11] Fleming, M., "Adolescent Autonomy: Desire, Achievement and Disobeying Parents between Early and Late Adolescence", Australian Journal of Education and Developmental Psychology. Vol.5. 1-16, 2005.
- [12] S. C. Utami Munandar, "*Pemanduan Anak Berbakat*", Rajawali, Jakarta, 1982
- [13] Sudjana & Rifai, "Media Pengajaran", Penerbit C.V. Sinar Baru Bandung, Bandung, 1992.
- [14] Ali M, Pengembangan Bahan Pembelajaran Berbantuan Komputer Untuk Memfasilitasi Belajar Mandiri Dalam Mata Diklat Penerapan Konsep Dasar Listrik dan Elektronika di SMK. Laporan Penelitian Research Grant PHK A2 Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY, Yogyakarta, 2005
- [15] Depdiknas. (2003). Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional. Jakarta: Depdiknas.
- [16] Sri Huning Anwariningsih, "Development of Interactive Media for ICT Learning at Elementary School Based on Student Self Learning", EduLearn Journal Vol 7 No 2, May 2013, ISSN: 2302-9277, 2013

#### [CV Penulis]

**Sri Huning A**, menyelesaikan studi S1 bidang Ilmu Teknik Informatika pada STT Telkom Bandung pada tahun 2002. Pendidikan Pasca Sarjana Program

Studi Teknik Informatika ditempuh pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2008 – 2010. Penulis menjadi pengajar pada Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sahid Surakarta dari tahun 2002 sampai sekarang. Penulis konsen kepada penelitian yang terkait implementasi teknologi informasi dan komunikasi dalam dunia pendidikan.

**Sri Ernawati**, menyelesaikan studi S1 bidang Ilmu Psikologi pada Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) pada tahun 2000. Pendidikan Profesi Psikologi diselesaikan pada tahun 2002 pada UMS Surakarta. Saat ini sedang menempuh Pendidikan Pasca Sarjana Program Studi Psikologi pada UMS Surakarta. Penulis menjadi pengajar pada Program Studi Psikologi, Universitas Sahid Surakarta dari tahun 2009 sampai sekarang. Penulis konsen pada penelitian yang banyak terkait dengan psikologi anak dan psikologi pendidikan.

**Ahmad Khoirul Anwar**, menyelesaikan studi S1 bidang Ilmu Seni Pertunjukan/Desain Komunikasi Visual pada ISI Yogyakarta pada tahun 2006. Pendidikan Pasca Sarjana bidang Ilmu Seni Pertunjukan/Desain Komunikasi Visual pada ISI Yogyakarta pada tahun 2012. Penulis menjadi pengajar pada Program Studi Desain Komunikasi Visual, Universitas Sahid Surakarta dari tahun 2012 sampai sekarang.

# SISTEM INFORMASI PUSKESMAS

Yeni Kustiyahningsih<sup>1)</sup>, aery rachmad<sup>2)</sup>, fitri damayanti<sup>3)</sup>

<sup>1)3)</sup> Jurusan Manajemen Informatika, Universitas Trunojoyo, Jl. Raya Telang2, Kamal, Bangkalan, Madura

Email : ykustiyahningsih@yahoo.com, fitri2708@yahoo.com

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Multimedia Jaringan, Universitas Trunojoyo, Jl. Raya Telang2, Kamal, Bangkalan, Madura

Email : aery\_r@yahoo.com,

## Abstrak

Puskesmas adalah pusat kesehatan masyarakat bertempat di kecamatan, dimana dimaksudkan sebagai pengganti keberadaan rumah sakit dan klinik-klinik kesehatan yang bertanggung jawab atas kesehatan masyarakat sekitar. Puskesmas memberikan pelayanan kesehatan antara lain berupa pemeriksaan, pengobatan, layanan ibu hamil dan anak, dan poli gigi serta sebagai *basic health services* (pelayanan kesehatan dasar). Puskesmas saat ini menjadi alternatif pengobatan yang harganya sangat terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Sebagai pelayanan publik di bidang kesehatan, masing-masing puskesmas dituntut untuk meningkatkan pelayanan terhadap pasien, oleh karena itu di butuhkan sistem informasi yang terintegrasi antara semua poli, dengan tujuan untuk mempermudah pelayanan dan pelaporan semua data. Oleh karena itu penelitian ini merancang dan membangun integrasi sistem informasi puskesmas yang meliputi Poli Umum, Poli Ibu dan Anak, Rawat Inap, UGD (Unit Gawat Darurat), Poli Gigi, Paru dan Kusta, Laboratorium, MTBS. Sistem informasi yang dibangun digunakan sebagai solusi untuk mempercepat dan mempermudah pelayanan terhadap pasien dan dilengkapi dengan laporan bulanan mengenai data penyakit, obat, dan rekam medis. Hasil dari uji coba penelitian ini bahwa dukungan sistem ini berdampak positif terhadap peningkatan pelayanan masyarakat karena standart pelayanan dan pengelolaan data sistem informasi puskesmas sesuai dengan prosedur puskesmas saat ini.

Kata kunci : standarpelayanan, sistem informasi, *basic health services*, masyarakat, integrasi sistem

## 1. Pendahuluan

Puskesmas merupakan suatu instansi pemerintah yang memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat sekitar. Dalam melaksanakan pelayanan kesehatan diatur dalam Kepmenkes 128/MENKES/SK/II/2004 tentang "Kebijakan Dasar Puskesmas" menyebutkan upaya-upaya puskesmas dikelompokkan menjadi dua yakni Upaya Kesehatan Wajib dan Upaya Kesehatan Pengembangan, sedangkan upaya penunjang seperti laboratorium dan pencatatan pelaporan melekat pada semua upaya. Kegiatan pokok puskesmas adalah pemeriksaan pasien yang bersifat *basic health services* (pelayanan kesehatan dasar) pada BP Umum, BP Gigi, Poli KIA/KB, Sedangkan pada laboratorium, kegiatan pokok yang dilakukan adalah pemeriksaan spesimen pasien (darah, urine ataupun dahak pada pasien yang diduga menderita TB paru)[1]. Pengelolaan SDM kesehatan khususnya perencanaan kebutuhan SDM kesehatan selama ini masih bersifat administratif kepegawaian dan belum

dikelola secara profesional, masih bersifat *top down* (dari pusat), belum *bottom up* (dari bawah), belum sesuai kebutuhan organisasi dan kebutuhan nyata di lapangan, serta belum berorientasi pada jangka panjang [2]. Pelayanan untuk puskesmas Kamal dan burneh saat ini meliputi Balai pengobatan(BP) umum, Balai pengobatan Ibu dan anak, Balai Pengobatan gigi, Laboratorium, rawat inap dan UGD. Adapun rata-rata pelayanan dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan tabel tersebut, terlihat bahwa terdapat perbedaan standar waktu pelayanan pasien yang cukup tinggi antara penelitian yang dilakukan sebelumnya[2], dengan rata-rata waktu pelayanan pasien per kategori SDM kesehatan per unit kerja berdasarkan penelitian di Puskesmas Kamal, Bangkalan. Rata-rata waktu pemeriksaan yang dilakukan oleh perawat di BP Umum sebesar 5,041', rata-rata waktu pemeriksaan yang dilakukan oleh perawat gigi di BP Gigi sebesar 22,405', dan rata-rata waktu pemeriksaan yang dilakukan oleh



dokter atau bidan di Poli KIA/kB sebesar 15,872'. Sementara untuk pemeriksaan laboratorium, rata-rata waktu pemeriksaan yang dilakukan oleh analis di Laboratorium sebesar 29,803'.

**Tabel 1. Rata-rata lama pelayanan puskesmas perunit kerja.**

Tugas	Rata-rata waktu (Ilyas)	Rata-rata waktu Puskesmas Kamal (menit)	Rata-rata waktu Puskesmas Burneh (menit)
Pendaftaran	1-3'	1-10'	1-5'
Pemeriksaan dan pengobatan	2-10'	5,41' (BP Umum) 22,45' (BP Gigi) 15,87' (KIA/KB), 10' atau sesuai kebutuhan (Rawat Inap/UGD)	5' (BP Umum) 20,45' (BP Gigi) 15,82' (KIA/KB)
Pemeriksaan Bidan / perawat	5-10'	5-10'	5-10'
Laboratorium	5-20'	29,803'	(tidak Ada)
Apotik	1-5'	10-15'	10-15'
Rujukan	5'	5'	5'

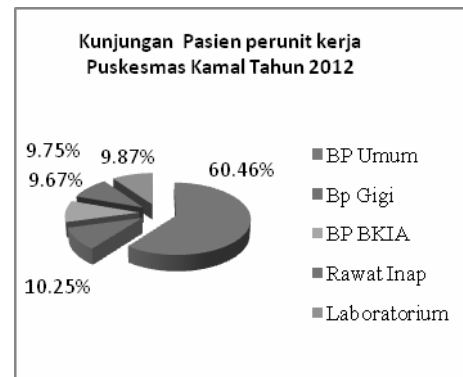
Sumber: Waktu pelayanan pasien[2], puskesmas kamal, burneh (2012)

Berdasarkan tabel diatas juga diketahui bahwa untuk kegiatan pemeriksaan dan pengobatan, puskesmas Burneh memiliki rata-rata waktu pelayanan pasien antara 2-10' (pengukuran terhadap rata-rata waktu kerja dari 10 pasien), memiliki rata-rata waktu pelayanan pasien selama 5,041' (BP Umum), 22,405' (BP Gigi), 15,872' (KIA/KB).

Selanjutnya untuk pemeriksaan laboratorium, puskesmas Burneh memiliki rata-rata waktu pelayanan pasien antara 5-20'. Perbedaan rata-rata waktu pelayanan pasien disebabkan oleh banyak hal. Seperti kita ketahui, rata-rata waktu adalah suatu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan pokok, oleh masing-masing SDM pada tiap unit kerja. Waktu kerja produktif di Puskesmas adalah 3,5- 4 jam. Artinya 58.33% waktu kerja produktif per hari yang digunakan untuk memberikan pelayanan langsung kepada pasien, sisanya (41.67%) digunakan untuk kegiatan lain. Hal ini didukung oleh studi yang dilakukan oleh Gani mendapatkan bahwa hanya 53.2% waktu yang benar-benar produktif yang digunakan untuk pelayanan kesehatan langsung dan sisanya 39,9% digunakan untuk kegiatan penunjang[2]. Kebutuhan waktu untuk menyelesaikan kegiatan sangat bervariasi dan dipengaruhi standar pelayanan, Standar Operasional Prosedur (SOP), sarana dan prasarana medik yang tersedia serta kompetensi SDM[3].

Untuk Kunjungan pasien puskesmas Kamal yang tertinggi berada di BP Umum yaitu sebesar

60,46% pasien. Sedangkan kunjungan pasien paling rendah berada di poli KIA/KB yaitu sebesar 9,67% pasien, hal ini di karenakan adanya bidan-bidan desa disamping bertugas di puskesmas juga memberikan pelayanan di rumah seperti melahirkan, pelayanan KB, dan Imunisasi anak, seperti yang terlihat pada gambar 1. berikut:



Sumber : Puskesmas Kamal 2012

**Gambar 1. Grafik Kunjungan pasien perunit kerja**

Dari analisa di atas maka di perlukan suatu sistem informasi puskesmas yang mana dengan sistem tersebut akan membantu pihak puskesmas dalam melakukan pengolahan data baik itu data di BP. Umum, BP. Gigi, BP. KIA, Laboratorium dan pengolahan data Obat. Penanggung jawab mengenai data pasien mulai dari proses registrasi atau pendaftaran, Data rekam medis pasien umum, ibu dan anak, data mengenai pengguna akseptor KB, data mengenai jadwal imunisasi untuk balita, data pasien untuk di terapi obat, rekap data pasien tiap hari, rekap data Obat, perencanaan Stok Obat, laporan bulanan dan tahunan adalah bagian pengelola database puskesmas atau tenaga administrasi. Hingga saat ini, pengelolaan database di puskesmas masih bersifat manual, semua data pasien yang masuk di catat menggunakan formulir, dan di rekap di buku besar. Apabila ada pasien baru yang masuk, bagian administrasi akan mendaftarkan mereka, kemudian di beri kartu berobat yang mana setiap ke puskesmas harus di bawah. Sedangkan untuk rekap pemasukan dan pengeluaran obat juga masih manual, sehingga sering terjadi rekap di buku masih ada tapi stok obat di lemari habis. Hal ini terjadi karena data obat tidak ter-update setiap saat.

Adanya keterbatasan tenaga administrasi, kemampuan SDM dan fasilitas maka dibutuhkan Aplikasi Sistem Informasi Puskesmas (Simpus) untuk membantu ke dua mitra dalam mengelola database puskesmas secara otomatis terutama dalam pencarian data pasien lama, pembuatan daftar pasien baru, rekap data obat, order obat, mengetahui stok

obat, penanganan laporan setiap bulan dan pembuatan rekam medis pasien. Seiring dengan kemajuan teknologi, maka cara pengelolaan dan pelayanan puskesmas juga sudah seharusnya dikembangkan lebih modern yaitu menggunakan teknologi IT. yang tersedia di dalam puskesmas secara maksimal.

## 2. Teori, Analisa, Desain

### Pengertian Puskesmas

Puskesmas adalah pusat kesehatan masyarakat yang bertempat di kecamatan-kecamatan dimaksudkan sebagai pengganti keberadaan rumah sakit dan klinik-klinik kesehatan yang bertanggung jawab atas kesehatan rakyat. Puskesmas tak hanya menjadi pengganti rumah sakit namun juga bertanggung jawab atas peningkatan kesehatan masyarakat di tingkat kecamatan. Puskesmas merupakan unit pelaksana teknis kesehatan di bawah supervisi Dinas Kesehatan Kabupaten/ kota. Secara umum, Puskesmas harus memberikan pelayanan *preventif, promotif, kuratif* sampai dengan *rehabilitatif* baik melalui upaya kesehatan perorangan (UKP) atau upaya kesehatan masyarakat (UKM). Sebagai Unit Pelaksana Teknis Dinas Kesehatan kabupaten / kota (UPTD), Puskesmas berperan menyelenggarakan sebagian dari tugas teknis operasional dinas kesehatan kabupaten/kota dan merupakan unit pelaksana tingkat pertama serta ujung tombak pembangunan kesehatan di Indonesia. Penanggung jawab utama penyelenggaraan seluruh upaya pembangunan kesehatan di wilayah kabupaten / kota adalah dinas kesehatan kabupaten / kota, sedangkan puskesmas bertanggung jawab hanya untuk sebagian upaya pembangunan kesehatan yang dibebankan oleh dinas kesehatan kabupaten / kota sesuai dengan kemampuannya[4]. Puskesmas bertanggung jawab menyelenggarakan pelayanan kesehatan tingkat pertama secara menyeluruh, terpadu dan berkesinambungan. Pelayanan kesehatan tingkat pertama yang menjadi tanggung jawab puskesmas meliputi:

1. Pelayanan kesehatan perorangan  
Pelayanan kesehatan perorangan adalah pelayanan yang bersifat pribadi dengan tujuan utama menyembuhkan penyakit dan pemulihan kesehatan perorangan, tanpa mengabaikan pemeliharaan kesehatan dan pencegahan penyakit. Pelayanan perorangan tersebut adalah rawat jalan dan untuk puskesmas tertentu di tambahkan dengan rawat inap.
2. Pelayanan kesehatan masyarakat  
Pelayanan kesehatan masyarakat adalah pelayanan yang bersifat publik dengan tujuan utama memelihara dan meningkatkan kesehatan

serta mencegah penyakit tanpa mengabaikan penyembuhan penyakit dan pemulihan kesehatan. Pelayanan kesehatan masyarakat tersebut antara lain promosi kesehatan, pemberantasan penyakit, penyehatan lingkungan, perbaikan gizi, peningkatan kesehatan keluarga, keluarga berencana, kesehatan jiwa masyarakat serta berbagai program kesehatan masyarakat lainnya.

### Struktur Organisasi Puskesmas

Struktur organisasi puskesmas tergantung dari kegiatan dan beban masing – masing puskesmas. Penyusunan stuktur organisasi puskesmas disatu kabupaten / kota dilakukan oleh dinas kesehatan kabupaten / kota, sedangkan penetapannya dilakukan dengan peraturan daerah[4]. Sebagai acuan dapat digunakan pola struktur organisasi puskesmas sebagai berikut:

1. Kepala Puskesmas
2. Unit Tata Usaha yang bertanggung jawab membantu Kepala Puskesmas dalam pengelolaan :
  - a. Data dan informasi
  - b. Perencanaan dan penelitian
  - c. Keuangan
  - d. Umum dan pengawasan
3. Unit pelaksana Teknik Fungsional Puskesmas
  - a. Upaya kesehatan masyarakat , termasuk pembinaan terhadapUKMB
  - b. Upaya kesehatan perorangan
4. Jaringan pelayanan puskesmas
  - a. Unit puskesmas pembantu
  - b. Unit puskesmas keliling
  - c. Unit bidan di desa / komunitas

### Analisa

Analisa User: Dalam Sistem Informasi Puskesmas terdapat Admin yang mengolah (*insert, update, delete*) data pasien, KIA, pelayanan pemeriksaan di laboratorium, serta pengolahan pemakaian dan stok obat yang tersisa, dan melakukan cetak laporan bulanan pasien dan penyakit.

Analisa Input : Input yang dimaksud disini adalah memasukkan data-data yang akan diproses menjadi sebuah informasi. Adapun data-datanya adalah data pasien (rawat jalan dan rawat inap), data obat (obat masuk, obat keluar, dan stok obat), data laboratorium (pasien cek gula darah dan pasien kimia klinik), dan data KIA (layanan Ibu dan layanan Anak). Serta juga terdapat rekam medis, grafik, cetak laporan penyakit dan laporan data pengujung perbulan.

Analisa Proses : Data-data yang diinputkan akan diproses dimulai dari insert data. Jika data yang telah di *insert* terjadi kesalahan penginputan data

maka pada *system* ini telah menyediakan *edit* data, dimana data yang salah dapat diperbaiki dan di *update* informasinya dan data yang sudah tidak diperlukan dapat menggunakan menu *delete* untuk menghapusnya. Dari data-data yang di inputkan akan menjadi laporan bulanan secara otomatis sehingga Admin tidak perlu melakukan penulisan yang berulang pada laporan yang akan dikeluarkan. Untuk pencarian data (*searching*) hanya menginputkan kata kunci atau memilih sesuai dengan kebutuhan.

Analisa Output : Sistem Informasi ini akan menampilkan data-data pasien, laboratorium, obat dan KIA. Menampilkan rekam medis, transaksi pembayaran, serta laporan perbulan dari aktivitas Puskesmas Kamal dan puskesmas Burneh Bangkalan.

## Desain Sistem

### Use Case Diagram

*Use case* diagram menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem yang ditekankan adalah “apa” yang diperbuat sistem dan bukan “bagaimana” sebuah *use case* mempresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem. *Use case* diagram dekat kaitannya dengan kejadian-kejadian. Kejadian (*scenario*) merupakan contoh apa yang terjadi ketika seseorang berinteraksi dengan sistem. Seorang/sebuah *aktor* adalah sebuah *entitas* manusia atau mesin yang berinteraksi dengan *system* untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tertentu.

Terdapat beberapa penjelasan dari pelayanan yang ada pada Sistem Informasi Puskesmas sesuai gambar 2, *usecase diagram* Puskesmas. Namun untuk dapat mengakses menu-menu tersebut, Admin diharuskan login terlebih dahulu. Berikut penjelasannya

- a. Menu Pasien.  
Pada menu ini Admin dapat mengisi data-data pasien / poli umum (pasien rawat jalan, pasien rawat inap, dan KIA) yang berupa identitas dari pasien yang akan dirawat, mengedit atau memperbaharui jika ada kesalahan dalam pendataan, menghapus data yang sudah tidak diperlukan, mencari data yang dibutuhkan informasinya, mencetak laporan sebagai bentuk pertanggung jawaban tiap bulannya, serta dapat melihat persentase peningkatan atau penurunan jumlah pengunjung, melakukan cetak data laporan penyakit dan laporan data pengunjung dalam satu bulan.
- b. Menu Obat Masuk  
Menu ini digunakan untuk menyimpan data obat masuk di Puskesmas Kamal Bangkalan. Dalam menu ini juga terdapat menu *edit* (merubah),

*update* (memperbaharui), *delete* (menghapus), *searching* (mencari) dan *print* (cetak).

- c. Menu Obat Keluar  
Menu ini dipergunakan untuk menyimpan data-data obat yang digunakan / obat keluar. Dalam menu ini juga terdapat menu *edit* (merubah), *update* (memperbaharui), *delete* (menghapus), *searching* (mencari) dan *print* (cetak).
- d. Menu Stok Obat  
Menu ini dipergunakan untuk menyimpan data stok obat yang masih ada. Dalam menu ini juga terdapat menu *edit* (merubah), *update* (memperbaharui), *delete* (menghapus), *searching* (mencari) dan *print* (cetak).
- e. Menu Kimia Klinik  
Menu ini digunakan untuk mencatat data pasien yang melakukan Cek Darah, yang berguna untuk mengetahui gula darah, kolesterol, asam urat pasien. Menu ini juga terdapat menu *edit* (merubah), *update* (memperbaharui), *delete* (menghapus), *searching* (mencari) dan *print* (cetak). Pada menu ini admin juga bisa melihat persentase jumlah pengunjung.
- f. Menu Cek Darah  
Menu ini mencatat data pasien yang melakukan pemeriksaan yang berguna untuk mengetahui Hemoglobin, Leukosit pasien. Menu ini juga terdapat menu *edit* (merubah), *update* (memperbaharui), *delete* (menghapus), *searching* (mencari) dan *print* (cetak), serta terdapat menu grafik yang bisa digunakan untuk melihat persentase jumlah pengunjung (pasien).
- g. Menu Admin : Menu ini digunakan untuk mencatat data admin.
- h. Menu Pembayaran : Menu ini mencatat data transaksi pembayaran pasien yang dirawat di Puskesmas Kamal Bangkalan.
- i. Menu Rekam Medis : Menu ini mencatat berapa kali pasien berkunjung ke Puskesmas Kamal Bangkalan serta Penyakit yang diderita selama berkunjung.
- j. Menu Logout : Menu ini digunakan untuk keluar dari form Admin.
- k. Menu Rujuk : Pada menu ini admin bisa mengetahui siapa saja pengunjung rujuk, kemana dan dimana pengunjung tersebut melakukan rujukan.

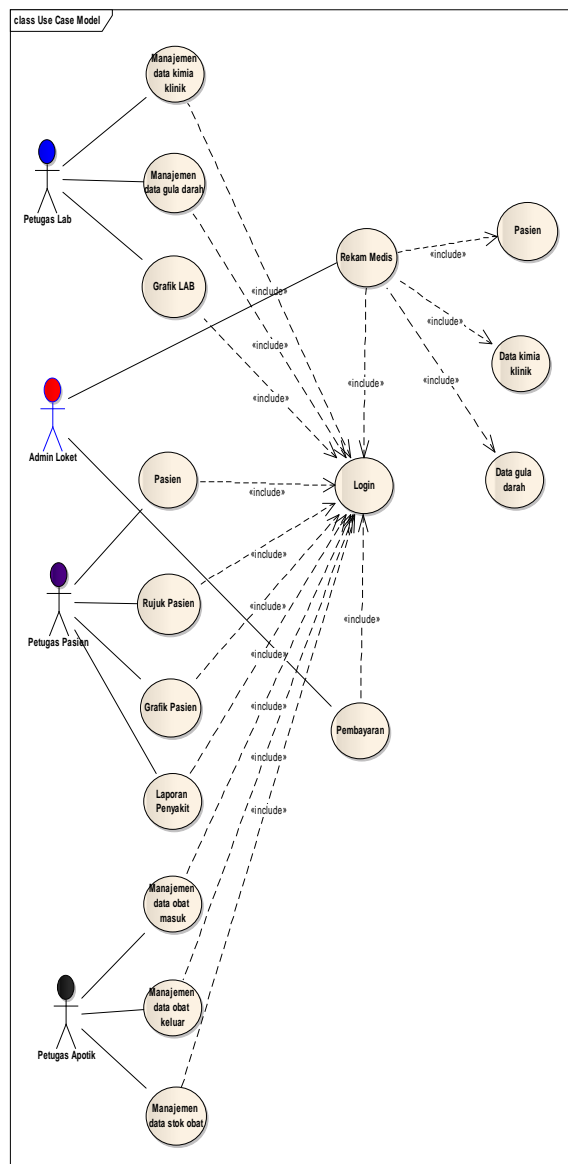
### Desain Database

Database adalah kumpulan-kumpulan file yang saling berelasi, relasi tersebut ditunjukkan dengan kunci dari tiap file yang ada. Perancangan database sistem berdasarkan Usecase, Physical Data Model (PDM) adalah implementasi fisik yang menyangkut database dimana software atau struktur

penyimpanan data dapat ditentukan. PDM memiliki beberapa fungsi sebagai berikut:

- Merepresentasikan pengorganisasian fisik dari data ke dalam bentuk grafik
- Menggenerate bentuk – bentuk database dan memodifikasi scripts
- Mencari referensi hubungan triggers dan constrain
- Menggenerate kembali bentuk CDM
- Dibawah ini adalah physical data model dari database sistem informasi Puskesmas, pada gambar 3.

### Use Case Diagram



Gambar 2. Use Case Diagram Puskesmas

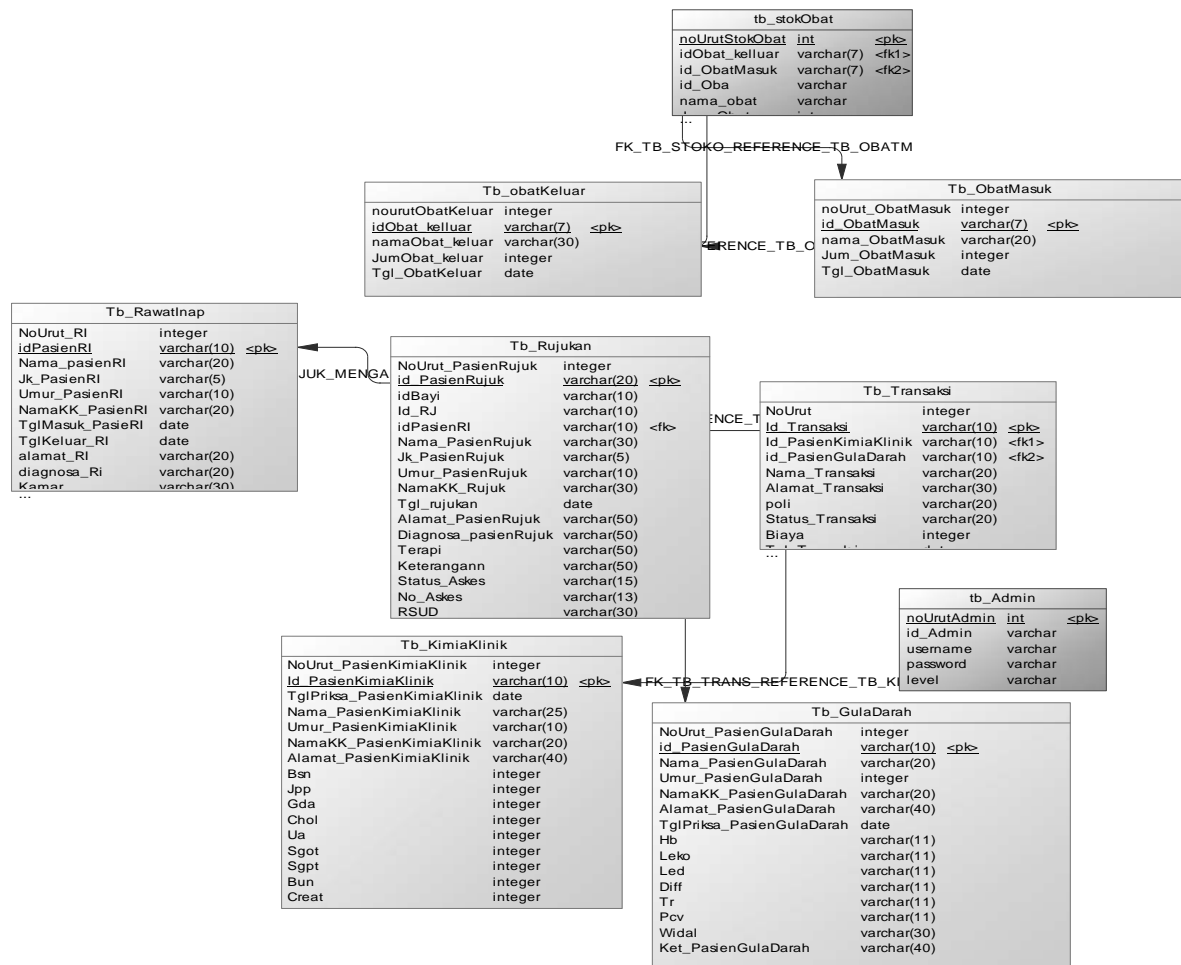
## 3. Hasil dan Impelementasi Program

Tahap ini berisi mengenai skenario hasil uji coba yang dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya. Pada Tahap ini juga dilakukan tahap *development* yaitu melakukan konstruksi aplikasi atau implementasi sistem yang ada pada sistem informasi puskesmas

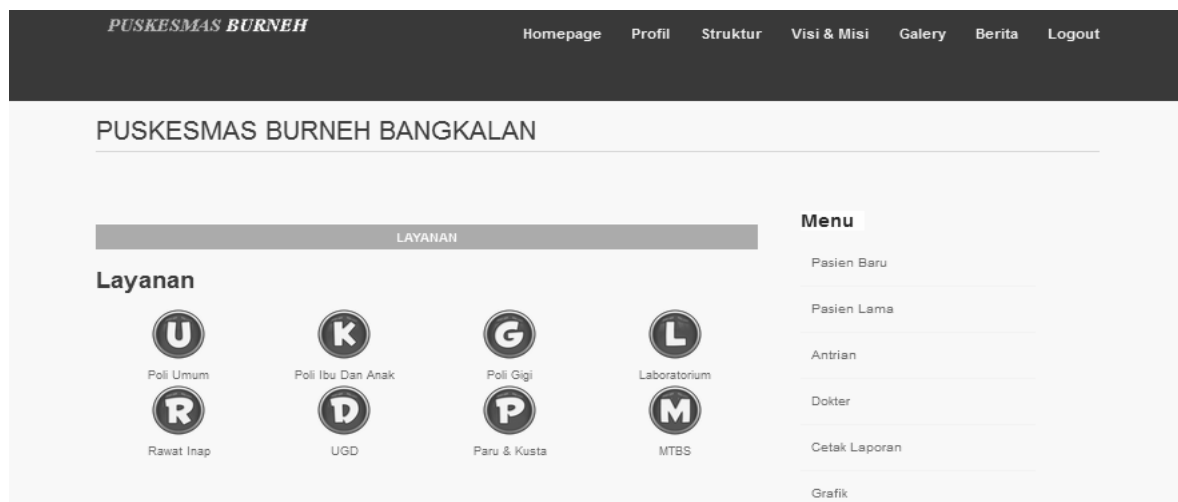
### Tampilan Aplikasi

Tampilan Aplikasi merupakan pengenalan interface program dari sistem yang telah dibuat, Pengguna User dapat melakukan akses terhadap informasi-informasi yang berkaitan dengan puskesmas. Untuk Halaman ini merupakan halaman utama. Halaman ini dapat diakses siapapun tanpa harus login dan berisi tentang keterangan mengenai, visi dan misi, ruang lingkup tugas Puskemas, profil Puskesmas, serta struktur organisasi Puskesmas, lihat gambar 4. Menu layanan Puskesmas. Pada menu ini admin bisa melakukan pencarian dengan menggunakan katagori yang telah disediakan, yaitu nama pasien, poli, id dan alamat pasien. Menu ini berisi tentang data-data pengunjung Puskesmas yang pernah melakukan pemeriksaan penyakit, yang kemudian data-data tersebut disimpan di dalam sebuah data Rekam Medis.









Menu layanan ini merupakan menu integrasi layanan semua poli yang ada di puskesmas yaitu Poli Umum, Poli Ibu dan Anak, Rawat Inap, UGD (Unit Gawat Darurat), Poli Gigi, Paru dan Kusta, Laboratorium, MTBS. Sedangkan untuk Data rekam medis (gambar 5) merupakan data *track record* pasien, untuk semua poli. Rekam medis ini menyimpan semua data pasien yang pernah berkunjung di puskesmas, kemudian dapat juga menceritakan mengenai terapi obat yang dilakukan dan siapa saja dokter yang pernah menangani, atau mencatat tentang data-data pengunjung yang telah melakukan pemeriksaan serta perawatan. Selanjutnya Untuk mengetahui banyaknya pengunjung puskesmas dapat di lihat pada gambar 6. Gambar ini menjelaskan perkembangan data pasien, setiap bulan atau setiap tahun, sehingga data semua pasien dapat di rekap dengan baik.



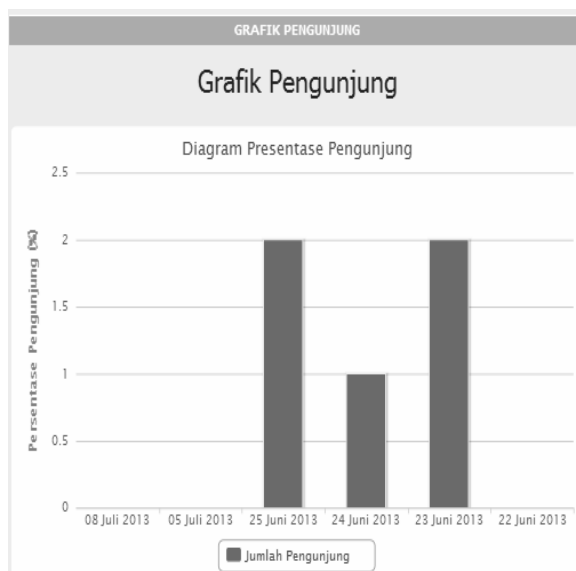
Gambar 3. Desain database (PDM-Physical Data Model) sistem informasi Puskesmas



Gambar 4. Menu Layanan puskesmas

DAFTAR PASIEN					
Daftar Pasien					
Show 10 entries		Search: <input type="text"/>			
No	No Rekam Medis	Nama	Alamat	Data Pasien	Riwayat Pasien
1	123456789	Akhmad Eriek Al Habsyi	Jl tambak langon 1/4 surabaya		
2	646297398	Silvi Bella Fransisca	Ds Tambak Beras gresik		
3	100120001	Yeni Kustiyahningsih	Semolowaru utara 8, 29		
4	16769823742	Aqilah widya	Semolowaru utara 8, 29		

Gambar 5. Rekam Medis pasien



Gambar 6. Grafik perkembangan pasien

Ujicoba fungsionalitas pada tabel 1, menjelaskan mengenai pengecekan procedure dan layanan yang terdapat dalam sistem informasi puskesmas apakah sesuai dengan prosedur puskesmas saat ini, sehingga dapat di analisa tingkat kelayakannya.

Tabel 1. Uji fungsionalitas procedure dan pelayanan Program Sistem Informasi Puskesmas

Standart Layanan sistem	Kesesuaian dengan prosedur puskesmas	Ketidak sesuaian
Data dan prosedur pelayanan loket	√	
Rekam Medis pasien	√	
Data dan prosedur pelayanan poli ibu dan anak	√	
Data pelayanan laboratorium	√	
Data dan prosedur poli umum dan rawat inap	√	
Perekapan data karyawan	√	
Standart pelaporan dan perekapan semua poli	√	
Integrasi semua sistem atau poli	√	
Rekap data semua transaksi poli	√	
Prosedur pelaporan data UGD	√	
Rekap data Poli Gigi	√	
Prosedur dan rekap data Paru dan Kusta	√	
Data Prosedur pelayanan MTBS	√	

Didalam aplikasi ini dibedakan beberapa level User yaitu Loker, umum, KIA, Laboratorium, Apotik, Gigi, parukusta, MTBS, pembayaran, tata usaha.

**Tabel 2. Tabel Uji Coba Sistem Informasi**

No	Item Pengujian	Fungsi dan Proses
1	Login Masing-masing level user	Menambah <i>user</i> baru dalam sistem Data yang dimasukkan adalah <i>username</i> , <i>password</i> dan konfirmasi <i>password</i>
2	Menambah Data Dasar yaitu data obat, data karyawan, data tenaga medis, data pengadaan barang	Data ini di gunakan untuk mencatat semua transaksi yang berkaitan dan sebagai pelaporan data bulanan atau harian
3	Melakukan transaksi input data pasien loket dan rekam medis	Pecatatan dan perekaman data mengenai rekam medis pasien, pembayaran obat, registrasi pasien rawat inap dan rawat jalan, dll
4	Merekap data master dan transaksi puskesmas secara keseluruhan	Semua data yang di inputkan, dapat di simpan, validasi data transaksi, sehingga perekapannya lebih cepat dan terstruktur
5	Mencetak rekapitulasi pelaporan data	Rekapitulasi laporan digunakan untuk menampilkan rekap dari data masukan kunjungan pasien, diagnosa pasien, resep obat dan biaya pengobatan.
6	Kelengkapan maintenance semua data	Setiap form atau transaksi dilengkapi : input, update, delete dan di simpan sebagai pelaporan data
7	Menampilkan Grafik Kunjungan pasien	Rekapitulasi laporan digunakan untuk menampilkan grafik dari data masukan kunjungan pasien dan diagnosa pasien.
8	Pengecekan stok obat	Semua data obat keluar dan obat masuk direkap dan di simpan dalam database, sehingga stok obat <i>update</i> terus

Uji coba sistem juga telah dilakukan untuk menguji kemampuan sistem dalam menerima masukan, melakukan proses dan memberikan hasil atau keluaran. Daftar pengujian disusun ke dalam bentuk Tabel 2.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tersebut adalah:

1. Sistem Informasi Puskesmas dapat memberikan informasi yang berupa laporan mengenai data pasien yang meliputi pasien rawat jalan, pasien rawat inap, layanan Ibu, layanan Anak, laboratorium gula darah, dan labokimia klinik, informasi mengenai data obat masuk, obat keluar, dan stok obat.
2. Sistem mampu memberikan perbaikan hasil rekapitulasi laporan keuangan, obat dan kunjungan pasien per kecamatan
3. Berdasarkan hasil uji coba fungsionalitas dan uji coba sistem maka sistem informasi ini sudah sesuai dengan procedure dan pelayanan di puskesmas

#### Saran :

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penerapan dan pengembangan sistem lebih lanjut adalah:

1. Perlu diadakan pelatihan bagi petugas-petugas yang akan menggunakan sistem informasi puskesmas ini.
2. Proses pelatihan dan pendampingan secara berkala diperlukan mulai instalasi software, pengoperasian software dan maintenance.

#### Daftar Pustaka :

- [1] Depkes, keputusan menteri kesehatan, nomor: 128/MENKES/ SK/ II/ 2004, tentang pelayanan dasar pusat kesehatan masyarakat, 2004.
- [2] Ilyas, Yaslis. *Perencanaan Sumber Daya Manusia Rumah Sakit*. Pusat Kajian Ekonomi Kesehatan FKM Universitas Indonesia, Depok, 2000.

- [3] Lukman & Kristiani, *Analisis Kebutuhan dan Distribusi Tenaga Puskesmas di Kabupaten Aceh Besar*, no. 10, pp. 1- 11. Dari : [http://www.lrc-kmpk.ugm.ac.id/id/UP-PDF/\\_working/No.10\\_Lukman\\_01\\_05.pdf](http://www.lrc-kmpk.ugm.ac.id/id/UP-PDF/_working/No.10_Lukman_01_05.pdf) [17 Mar 2009]
- [4] Departemen Kesehatan RI. Surat Keputusan Menteri Kesehatan No.81/MENKES/SK/I/2004 tentang Penyusunan Perencanaan Sumber Daya Manusia Kesehatan di Tingkat Propinsi. Kabupaten/Kota serta Rumah Sakit. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta. , 2004.
- [5] Handayani, Buku panduan pelayanan puskesmas burneh, 2010.
- [6] Ummah, Buku panduan pelayanan puskesmas Kamal, 2010.
- [7] Roy rendra, noer ifada, achmad jauhari, jurnal ilmiah Kursor, vol. 5, no. 2, ISSN. 02160544, 2009

### CV Penulis

Yeni kustiyahningsih, menyelesaikan studi S1 bidang Manajemen Informatika STIKOM Surabaya tahun 1999, kemudian pada tahun 2006 menyelesaikan studi S2 bidang Teknik Informatika ITS Surabaya, selanjutnya menjadi dosen teknik manajemen informatika, di Universitas Trunojoyo sejak tahun 2008 sampai sekarang. Penulis juga menulis beberapa judul buku diantaranya pemrograman basis data berbasis web, kemudian sistem basis data.





# DIGITAL SCENT TECHNOLOGY: TANTANGAN DAN PELUANG

Yudhi Windarto,<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Jurusan Sistem Informasi, Universitas Kristen Krida Wacana  
Jl. Tanjung Duren Raya 4, Jakarta Barat  
021-5666952  
E-mail : yudhi\_yk@ukrida.ac.id*

## Abstrak

Interaktifitas manusia dengan sistem komputer sudah menjadi keseharian dari masyarakat informasi pada saat ini. Pengkayaan media dalam interaktifitas manusia dan sistem komputer menjadi hal yang mampu menyampaikan informasi lebih komprehensif, efektif dan efisien. *Multi modality* sistem (*virtual reality*) dalam interaksi akan menambah fleksibilitas, kemudahan dan kenyamanan bagi user.

Di antara berbagai indera manusia, indera penciuman merupakan salah hal yang belum banyak diimplementasikan dalam interaktifitas antara manusia dengan sistem komputer. *Digital Scent Technology*, merupakan suatu upaya untuk menemukan cara yang tepat dan sesuai untuk implementasi interaksi manusia dan sistem komputer yang melibatkan indera penciuman manusia. Dalam teknologi digital scent mencakup aspek *scent recording*, *digital scent transmission* dan *digital scent synthesizer*.

Banyak tantangan dalam pengembangan teknologi digital scent, baik dalam pengembangan sensor *olfactory* sistem, format dan protocol untuk mentransmisikan data digital scent, maupun teknologi dalam membuat smell synthesizer yang tepat.

Di masa depan banyak potensi dalam implementasi teknologi digital scent, mulai dari industri parfum, entertainment, advertising, e-commerce, security dan berbagai bidang lain. Potensi yang besar dimasa mendatang, ditengah tantangan perkembangan yang masih sedikit dalam teknologi digital scent harus disikapi sebagai suatu peluang yang baik.

**Kata Kunci :** *digital scent, electronic nose, scent recording, scent synthesizer*

## 1. Pendahuluan

Dalam masyarakat informasi saat ini, interaktifitas dengan sistem komputer menjadi sesuatu yang biasa dan dapat dilakukan dengan mudah serta nyaman dan aman. Perkembangan sistem interaktifitas juga terus berkembang dengan munculnya teknologi baru maupun kemampuan hardware yang semakin baik. Perkembangan teknologi interaktifitas akan membawa gaya interaksi yang baru dan mampu membawa *life style* baru dalam masyarakat informasi, misalnya penggunaan teknologi touch screen yang saat ini sudah menjadi model interaksi yang populer di masyarakat.

Pengkayaan media informasi dalam interaksi manusia dan sistem komputer menjadi suatu daya tarik tersendiri dari suatu sistem interaktifitas yang ada. Pengkayaan media (*enrichment media*) akan membuat informasi yang disajikan semakin lengkap

dan mampu membuat informasi lebih efektif dan efisien diterima oleh user. Interaksi manusia dengan sistem komputer yang diharapkan adalah suatu interaksi yang mendekati interaksi yang nyata dan alami, yang bisa mengakomodasi berbagai media yang ada serta bisa di serap oleh semua indera manusia. *Virtual reality* merupakan suatu pendekatan yang sering digunakan dalam menciptakan interaksi yang mendekati interaksi nyata.

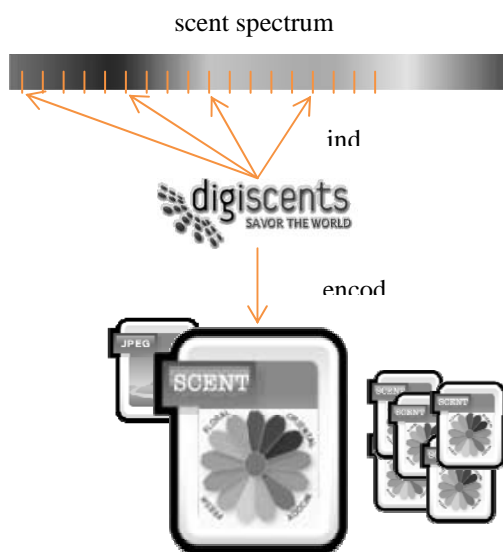
Pada kenyataannya, saat ini manusia telah menggunakan media text, image, video, animasi serta suara yang mampu diserap oleh indera penglihatan (*visual*) dan indera pendengaran (*audio*). Maka tidak heran kita sering mendengar istilah audio visual. Belakangan indera peraba (*haptic*) juga banyak digunakan dalam interaktifitas, sementara indera penciuman dan perasa belum bisa diimplementasikan dalam interaktifitas yang ada.

Pada saat ini sudah semakin banyak penelitian mengenai kemungkinan mengakomodasi bau (*smell / scent*) sebagai suatu media dalam interaksi manusia dan sistem komputer. Penemuan baru dalam teknologi digital scent akan mampu membawa paradigma baru dalam interaksi manusia dengan sistem komputer. Potensi pengembangan untuk kebutuhan diberbagai bidang akan membawa perubahan dalam banyak bidang di masa yang akan datang.

Di Indonesia mungkin masih sedikit peneliti yang fokus pada bidang ini, maka dalam tulisan ini penulis mencoba berbagi informasi mengenai teknologi digital scent, perkembangan saat ini, tantangan dan potensi pengembangannya untuk berbagai bidang di masa depan.

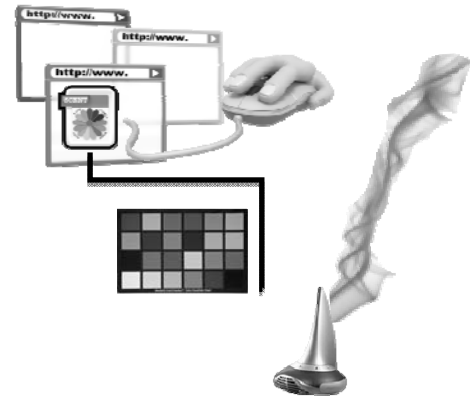
## 2. Digital Scent Technology

Teknologi digital scent bertujuan untuk bisa melakukan *scent recording*, menjadikanya data digital serta mampu melakukan reproduksi digital scent. Proses *scent recording* membutuhkan perangkat scent sensor yang sensitif, selanjutnya data yang terekam disimpan dalam format digital, sehingga terbentuk file scent digital.



Gambar 1. Ilustrasi recording scent digital

File scent digital bisa ditransmisikan atau di reproduksi mejadi scent menggunakan perangkat *scent generator/synthesizer*.



Gambar 2. Ilustrasi reproduction scent digital

## Sejarah perkembangan teknologi smell digital

Perkembangan teknologi scent digital diawali pada tahun 1950-an dengan adanya *vision o smell* dan *Aroma Rama*, yang digunakan di dalam theater. Berikutnya antara tahun 1999 sampai dengan 2004 ada pengembangan scent generator, diantaranya : *ismell*, *pinoke*, *scent-dome* dan *kaori*. [1]



Gambar 3. Perangkat scent generator; iSmell.

Hingga saat ini belum ada lagi perkembangan yang signifikan dalam teknologi scent digital. Pada bulan april tahun 2013 ini diselenggarakan kongres pertama *Digital Olfaction Society* di Berlin, yang memaparkan beberapa riset terbaru mengenai teknologi scent digital.[5]

Ide dasar dalam digital scent teknologi meliputi 3 aspek utama berikut ini :

## Scent recording

Proses scent recording membutuhkan perangkat scent sensor yang mampu melakukan recording scent dengan baik. Sensitivitas sensor

sangat berpengaruh terhadap hasil recording data scent yang diperoleh. Recording scent data selanjutnya dikonversi dalam format digital, sehingga terbentuk suatu file scent digital yang bisa ditransmisikan ataupun di reproduksi.

### Digital scent communication

Data digital scent diolah secara komputasi dan ditransmisikan melalui jaringan komputer/ internet. Diperlukan pengembangan aplikasi – aplikasi maupun format dan protokol yang sesuai.

### Digital scent reproduction / synthesizer

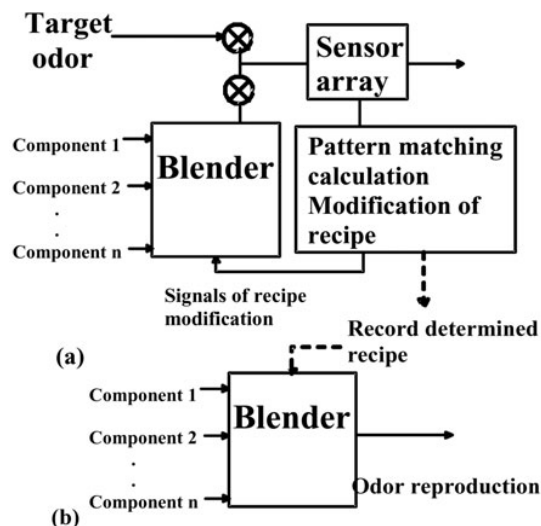
file data scent digital pada akhirnya dapat direproduksi menjadi suatu scent menggunakan perangkat scent generator/synthesizer yang dihubungkan dengan komputer

## 3. Tantangan & Potensi implementasi

### Tantangan pengembangan teknologi digital scent

Perkembangan dalam teknologi digital scent relatif lambat karena berbagai permasalahan yang menjadi hambatan, misalnya :

- **Scent/Odor characteristic**  
Karakteristik odor adalah suatu zat dalam kategori *volatile organic compound* (VOC), dimana zat ini akan mudah sekali berubah konsentrasinya di udara. Hal ini menyebabkan perubahan dinamis yang menjadi permasalahan pada saat scent recording. Beberapa property odor meliputi : intensitas, derajat ketajaman, frekuensi, karakter dan durasi. [4]
- **Immature technology**  
Teknologi yang ada saat ini belum cukup handal, misalnya dalam kaitannya dengan perangkat electronic nose / scent sensor, pengembangan aplikasi komputasi, maupun perangkat scent generatornya.  
Pada saat ini teknologi untuk *electronic nose* masih beragam, dengan metode ataupun scent sensor material yang digunakan juga berbeda-beda. Secara umum sistem kerja scent sensor adalah penggunaan instrument yang bersifat reaktif, dimana deret sensor akan bereaksi/ terjadi perubahan saat terjadi kontak/ adsorption dengan senyawa volatile. Perubahan spesifik yang terjadi akan direcord secara electric dan ditransformasikan sebagai data digital yang bisa dikomputasikan berdasar statistical model.



Gambar 4. Prinsip scent / odor recording (a) & reproduction(b)

Jenis material sensor yang digunakan misalnya: Metal-oxide semiconductor, organic polymer atau quartz crystal (misal : kristal SiO<sub>2</sub> terlapis polimer).

Sistem komputasi untuk intepretasi data (penggunaan artificial neural network, fuzzy logic atau modul pattern recognition) digunakan untuk menganalisis data yang dihasilkan.

Pada awalnya, sistem perlu dilatih pengenalan terhadap berbagai jenis scent untuk membangun database reference, selanjutnya sistem akan mampu mengenali scent dengan cara mengkomparasikan dari database yang sudah dimilikinya.[1] [4]

- **Genetic & health problem**  
Permasalahan terkait aspek genetis dan kesehatan misalnya kemungkinan adanya alergi terhadap suatu unsur bau tertentu.
- **Hight price/ cost**  
Biaya riset dan pengembangan, termasuk harga perangkat yang mahal turut menjadi hambatan dalam bidang ini.

### Potensi penerapan teknologi scent digital

Teknologi digital scent memiliki potensiyang besar untuk dikembangkan di berbagai bidang. Scent/ smell merupakan media yang sangat mudah dikenali / diidentifikasi manusia dan mampu memprofokasi emosi. Potensi penerapan teknologi digital scent misalnya :

- **Movie entertainment**  
Implementasi teknologi digital scent dalam bisnis movie entertainment menjadi suatu pengalaman baru bagi masyarakat.



Gambar 5. Digiscent technology pada movie entertainment

- **Industri parfum**  
Industri parfum menjadi bidang yang paling mungkin dalam implementasi teknologi digital scent ini, baik implementasi dalam produk atau proses bisnis secara keseluruhan.
- **Education**  
Dalam bidang edukasi, pengkayaan media dengan teknologi digital scent tentunya menambah daya tarik dan efektifitas dalam penyampaian informasi
- **Advertising & promotion**  
Iklan tidak lagi sebatas penggunaan audio visual, tetapi juga pengalaman penggunaan smell dalam iklan. Sangat sesuai untuk iklan makanan, perfume, bunga, dll.
- **Interactive media & gaming**  
Bidang ini sangat mungkin untuk implementasi teknologi digital scent, sehingga proses interaktif semakin menarik dan real. Media interaktif 3D TV dengan layar sentuh dan smell



Gambar 6. Digiscent technology pada game & entertainment

- **Medical**  
Pada bidang medis, penggunaan teknologi digital scent untuk aromatherapy
- **Web application & service**  
Penggunaan teknologi digital scent dalam aplikasi-aplikasi berbasis internet, sehingga bisa diterapkan dalam e-commerce, e-mail maupun aplikasi lainnya.



**On Newsstands Now**  
Issue 7.11 | Nov 1999

## You've Got Smell!

**DigiScent is here. If this technology takes off, it's gonna launch the next Web revolution.**

By Charles Platt

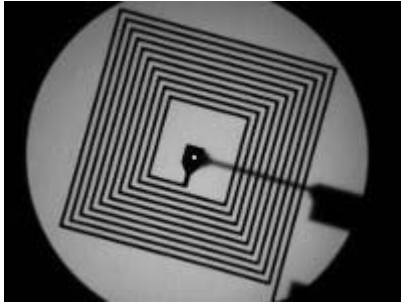
Joel Lloyd Bellenson places a little ceramic bowl in front of me and lifts its lid. "Before we begin," he says, "you need to clear your nasal palate."

Pg 1 of 5 >>>

Print, email, or fax  
this article for free.

Gambar 7. Digiscent technology web application

- Security  
Implementasi teknologi bagi aspek keamanan mulai dari detector penciuman, penambahan smell barcode atau *air toxic identification* dengan *RFID*, sampai pemanfaatan human odor sebagai biometrik, untuk identifikasi personal [2][3].



Gambar 8. Digiscent technology sensor combine with RFID

#### 4. Kesimpulan

Teknologi digital scent bisa membawa perubahan yang revolusioner pada berbagai bidang di masa depan, namun masih banyak hambatan dan

permasalahan dalam pengembangannya. Melihat potensi yang besar dalam implementasi namun, disisi lain masih terdapat tantangan permasalahan yang ada, membuat kita melihat ada peluang yang besar untuk riset dan pengembangan ke depan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Digital scent Technology, <http://wikipedia.org>
- [2] GE Research Group, 2010, Wearable RFID sensors to detect airborne toxins, [www.idtechex.com](http://www.idtechex.com)
- [3] Sichu Li, Overview of Odor Detection Instrumentation and the Potential for Human Odor Detection in Air Matrices, 2009, <http://www.mitre.org/tech/nanotech/index.html>
- [4] Takamichi Nakamoto, Study of Odor Recorder for Dynamical Change of Odor, Chemical Senses vol. 30 suppl 1 © Oxford University Press 2005; [www.chemse.oxfordjournals.org](http://www.chemse.oxfordjournals.org)
- [5] Takamichi Nakamoto, 1<sup>st</sup> World Congress of Digital Olfaction Society, 2013, [www.digital-olfaction.com](http://www.digital-olfaction.com)



# DAFTAR SUSUNAN PANITIA

## PROGRAM COMMITTEE

Prof. H. Adhi Susanto, M.Sc., Ph.D. (STMIK AKAKOM)  
Prof. Drs. Setiadji, S.U. (STMIK AKAKOM)  
Prof. Dr. Ir. Achmad Djunaedi, M.U.R.P. (UGM)  
Prof. Ir. Joko Lianto Buliali, M.Sc., Ph.D (ITS)  
Prof. Drs. Suryo Guritno, M. Stats., Ph.D. (UGM)  
Prof. Dr. I Wayan Simri Wicaksana, S.Si., M.Eng. (Universitas Gunadarma)  
Prof. Dr. Eko Sedyono, M.Kom. (UKSW)  
Ir. P. Insap Santosa M.Sc., Ph.D. (UGM)  
Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D (UGM)  
Drs. Retantyo Wardoyo, M.Sc., Ph.D. (UGM)  
Dra. Sri Hartati, M.Sc., Ph.D. (UGM)  
Dr. techn. Saiful Akbar (ITB)  
Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T (UII)  
Dr. LT. Handoko (LIPI)  
Dr. Ir. Inggriani Liem (ITB)  
Dr. Ing. MHD. Reza M.I. Pulungan, S.Si., M.Sc. (UGM)

## PELAKSANA SEMINAR

### Pelindung

Ketua STMIK AKAKOM

### Penanggung Jawab

Ketua Puslitbang dan PPM STMIK AKAKOM YOGYAKARTA

## PANITIA

### Ketua

Fx. Henry Nugroho, S.T, M.Cs

### Bendahara

Heru Agus Triyanto, S.E., M.M

### Sekretariat dan Kerjasama

Dara Kusumawati, S.E., M.M  
Rahmat Hidayat, S.Kom., M.Cs  
Deni Ekowati



### **Materi dan Acara**

Wagito, S.T., M.T  
Sari Iswanti, S.Si., M.Kom  
Pius Dian WidiAnggoro, S.Si., M.Cs  
Danny Kriestanto, S.Kom., M.Eng  
Dini Fakta Sari, S.T., M.T

### **Publikasi dan Dokumentasi**

Al. Agus Subagyo, S.E., M.Si  
Dison Librado, S.E., M.Kom  
Yagus Cahyadi, S.T., M.Eng

### **Perlengkapan dan Konsumsi**

Y. Yohakim Marwanta, S.Kom. M.Cs  
Robby Cokro Buwono, S.Kom., M.Kom  
Ir. Hera Wasiati, M.M  
Dwi Suwarsono  
F. Prihantini Wulaningtyas

### **Tim Pendukung**

Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika  
Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Komputer  
Himpunan Mahasiswa Jurusan Sistem Informasi  
Himpunan Mahasiswa Jurusan Manajemen Informatika  
Himpunan Mahasiswa Jurusan Komputerisasi Akuntansi



YAYASAN PENDIDIKAN WIDYA BAKTI  
STMIK  
**AKAKOM**  
YOGYAKARTA  
Yang Pertama dan Utama

